

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-283204

(43)Date of publication of application : 03.10.2002

(51)Int.Cl.

B24B 13/06

B24B 9/14

B24B 13/00

(21)Application number : 2001-029750

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 06.02.2001

(72)Inventor : MIYAZAWA MAKOTO  
TABATA YOSHINORI  
UCHITANI TAKAHIRO

(30)Priority

Priority number : 2000037722  
2001010578Priority date : 16.02.2000  
18.01.2001

Priority country : JP

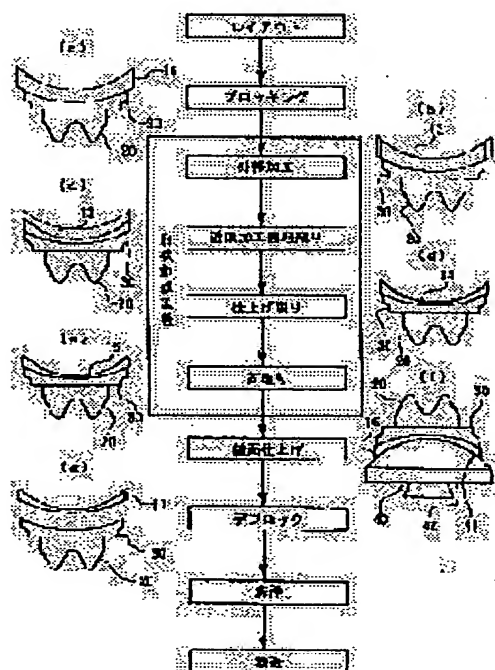
JP

## (54) MANUFACTURING METHOD OF SPECTACLE LENS

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a manufacturing method of a spectacle lens capable of manufacturing any spectacle lens including an inner surface progressive multi-focus lens with a good productivity.

**SOLUTION:** The manufacturing method of the spectacle lens has a shape-forming step for forming a desired lens surface shape on a base material of the spectacle lens by processing any one surface or both surfaces of the base material 11 of the spectacle lens. The shape-forming step comprises an approximating processing surface rough cutting step for forming an approximated surface shape approximated to the desired lens surface shape from the base material 11 of the spectacle lens by a cutting out processing with a numerical control; and a finishing cutting step for forming the desired lens surface shape from the approximated surface shape by a cutting out processing with a numerical control.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] the configuration which generates the lens side configuration based on prescription of a spectacle lens to the aforementioned spectacle lens base material by processing of one field of the spectacle lens base materials characterized by providing the following, or both sides -- creation -- the manufacture method of the spectacle lens which has a process The approximation processing side rough-planed process that the aforementioned configuration generating process generates the approximation side configuration approximated to the lens side configuration based on [, to the aforementioned spectacle lens base material / begin to delete and ] prescription of the aforementioned spectacle lens by processing by the numerical control based on the processing data for numerical control The finishing process which begins to delete and generates the lens side configuration based on prescription of the aforementioned spectacle lens by the numerical control based on the processing data for numerical control from the aforementioned approximation side configuration by processing

[Claim 2] The manufacture method of the spectacle lens characterized by to be carried out in the manufacture method of a spectacle lens according to claim 1 by [ which are depended on the aforementioned numerical control ] synchronizing the relative position of the edge implement of the direction of the axis of rotation of the aforementioned spectacle lens base material, and the aforementioned spectacle lens base material, and the relative position of the aforementioned axis of rotation, the aforementioned edge implement of the rectangular direction, and the aforementioned spectacle lens base material with rotation of the aforementioned spectacle lens base material while it begins to delete and processing rotates the aforementioned spectacle lens base material.

[Claim 3] The manufacture method of the spectacle lens characterized by performing the aforementioned approximation processing side rough-planed process and the aforementioned finishing process continuously in the manufacture method of a spectacle lens according to claim 2 using an NC machine tool equipped with the edge implement for the aforementioned approximation processing side rough-planed processes, and the edge implement for the aforementioned finishing processes.

[Claim 4] The manufacture method of the spectacle lens characterized by the aforementioned processing data for numerical control being what changes any one or more of the rotational frequencies of the delivery pitch of the aforementioned edge implement, the amount of slitting, and the aforementioned spectacle lens base material according to the relative position of the aforementioned edge implement and the aforementioned spectacle lens base material in the manufacture method of a spectacle lens according

to claim 2.

[Claim 5] The manufacture method of the spectacle lens characterized by adding the data of the amount of prism of prescription of the aforementioned spectacle lens to the aforementioned processing data for numerical control in the manufacture method of a spectacle lens according to claim 1.

[Claim 6] The manufacture method of the spectacle lens characterized by adding the data of the eccentricity of prescription of the aforementioned spectacle lens to the aforementioned processing data for numerical control in the manufacture method of a spectacle lens according to claim 1.

[Claim 7] the manufacture method of a spectacle lens according to claim 1 -- setting -- the aforementioned configuration -- creation -- the manufacture method of the spectacle lens characterized by to have both beveling both [ either or ] which delete and carry out appearance after the outer diameter processing process which a process deletes further, carries out appearance and reduces the outer diameter of the aforementioned spectacle lens base material to a predetermined outer diameter by processing, and a finishing process, and bevel the edge of the aforementioned spectacle lens base material by processing

[Claim 8] the manufacture method of a spectacle lens according to claim 1 -- setting -- the aforementioned configuration -- creation -- the manufacture method of the spectacle lens characterized by performing after a process the mirror-polishing process which smooths surface irregularity

[Claim 9] The manufacture method of the spectacle lens characterized by being the curved surface on which the aforementioned lens side configuration compounded the curved surface, progressive side or progressive side which compounded the spherical surface, a toric side, the symmetry-of-revolution aspheric surface, a toric side, and the aspheric surface, and the toric side in the manufacture method of a spectacle lens according to claim 1.

---

[Translation done.]

\* \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] Especially this invention relates to the manufacture method of a spectacle lens that it begins to delete and the field configuration of all kinds of spectacle lens can be generated by processing, about the manufacture method of a spectacle lens.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the mainstream manufacture method of a plastic lens, also in a spectacle lens now How to fabricate directly the finish lens with which both sides were formed in the last optical surface as a spectacle lens by the imprint of the mold by the casting method, The thick semi finish lens with which the last optical surface was made to one field by the casting method by the imprint of the mold of a casting method is fabricated beforehand, and there is the method of making the field of another side the last optical surface by performing and carrying out configuration generating of cutting and the polish at a predetermined lens side configuration.

[0003] Moreover, a spectacle lens is divided roughly into a single focal lens and a multifocal lens. In a multifocal lens, the progressive multifocal lens which has the progressive side which consists of a distance point, a reading point, and the progressive section from which a focal distance changes continuously among these is in use. With a single focal lens, there is mainly a factor of the number of spherical degrees, astigmatism frequency, and lens thickness, and there are factors, such as the number of spherical degrees, astigmatism frequency, an astigmatism shaft, the degree of subscription, and lens thickness, in a multifocal lens. The combination of these factors increases extremely and turns into a number especially huge in a multifocal lens of combination. Therefore, by the method of fabricating a direct finish lens by the casting method, it is limited to combination with many orders, and a semi finish lens begins to delete manufacture of many plastic lenses, and it is performed by processing.

[0004] A semi finish lens begins to delete and it is necessary to fabricate a semi finish lens in processing beforehand first. It is the casting method which uses the mold of two sheets, and a convex side is created by the spherical surface of a single focal lens, or the progressive side of a progressive multifocal lens by the imprint of a mold, a concave surface side finishes this semi finish lens, and it is thicker than a size and is imprinted with the mold by the configuration which suits prescription of a certain range. And if it begins to delete the concave surface of a semi finish lens using the generator into which the so-called curve generator and this so-called are developed into, and a false toric side can also be processed and is a spherical lens in processing, if it is an astigmatism lens, it will carry out rough-planed to the spherical

surface so that it may become a desired toric side configuration, and so that it may become predetermined thickness. Then, sand credit processing similar to wrapping processing is given, and the field configuration of a lens is finished precisely. At this sand credit process, the field configuration of a processing pan is imprinted on a lens front face by printing relatively and moving, pressing a processing pan against a lens strongly putting the lens held at the fixture of exclusive use on processing pans, such as a product made from aluminum stuck on the polish pad, and pouring water into a lens processing side in lap material. A final lens side configuration with little irregularity is acquired at a sand credit process. Then, mirror polishing is performed to the precision from which surface irregularity is smoothed using the same equipment as a sand credit process, and the last optical surface is obtained.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the so-called inside successive promotion multifocal lens which prepared the curved surface which compounded the progressive side or the progressive side, and the toric side in the concave surface by the side of an eyeball is proposed in recent years. This inside successive promotion multifocal lens can mitigate the shake and distortion which are the fault of a progressive multifocal lens, and can raise optical-character ability by leaps and bounds.

[0006] However, the curve generator used for the creation of the concave surface by the side of an eyeball etc. is impossible for the spherical surface or a toric side generating a complicated curved surface which combined the progressive side or progressive side which processing could not do but was shown above, and the toric side on the structure conventionally. Moreover, it is impossible to generate a complicated curved surface too like a progressive side on the principle which prints with a processing pan and imprints the configuration of a processing pan in sand credit processing.

[0007] Therefore, development of the manufacture method of the new spectacle lens which can manufacture the lens which has complicated curved surfaces, such as an inside successive promotion multifocal lens, with sufficient productivity is called for.

[0008] this invention was made in view of the above-mentioned request, and aims at offering the manufacture method of the spectacle lens which can manufacture all the spectacle lenses containing an inside successive promotion multifocal lens with sufficient productivity.

[0009]

[Means for Solving the Problem] It is what performs a process. this invention is based on numerical control (NC) in order to attain the above-mentioned purpose -- deleting -- appearance -- carrying out -- processing -- the configuration of a lens -- creation -- By performing the approximation processing side rough-planed process which carries out rough-planed quickly to the field configuration which approximated the configuration generating process to the lens side configuration of a request of a spectacle lens base material, and performing the finishing process which subsequently carries out finishing precisely to a desired lens side configuration All the lens side configurations to a complicated sculptured surface like the curved surface which compounded the progressive side or the progressive side, and the toric side from the simple spherical surface can be generated with sufficient productivity.

[0010] While it begins to delete and processing rotates a spectacle lens base material by the axis of rotation of the direction of Y, all kinds of field configuration can be generated by the thing to depend on numerical control and for which the relative position of the edge implement of the direction of X and the direction of Y and a spectacle lens base material is synchronized with rotation of a spectacle lens base material.

[0011] using a finishing edge implement at a finishing process using the edge implement for rough-planed in an approximation processing side rough-planed process, if the NC machine tool into which the edge implement for rough-planed and a finishing edge implement can be changed and processed is used -- a series of configurations by one set of an NC machine tool -- creation -- a process can be performed continuously

[0012] Since a lens base material is plastics, if a lens base material begins to delete, and processing conditions are not appropriately chosen in processing according to the final configuration or the final quality of the material of a lens base material, a chip (chipping) may occur. Therefore, it is desirable to change processing conditions according to the relative position of an edge implement and a spectacle lens base material.

[0013] It can respond only by [ adding these data to the processing data for numerical control, without beginning to delete and addition of the prism of prescription of a spectacle lens and addition of eccentricity also changing a processing fixture at all in processing ] being based on numerical control.

[0014] Moreover, outer-diameter processing and beveling processing which delete the outer diameter of a lens may be included in a configuration generating process.

[0015] furthermore, the configuration in this invention -- creation -- although the lens side configuration based on the prescription data of a spectacle lens can be acquired at a process, in order to make the last optical surface, it is desirable to establish a mirror-polishing process

[0016] In the manufacture method of the spectacle lens which has a process therefore, the configuration to which invention according to claim 1 generates the lens side configuration based on prescription of a spectacle lens to the aforementioned spectacle lens base material by processing of one field of the spectacle lens-base materials, or both sides -- creation -- The approximation processing side rough-planed process that the aforementioned configuration generating process generates the approximation side configuration approximated to the lens side configuration based on [ to the aforementioned spectacle lens base material / begin to delete and ] prescription of the aforementioned spectacle lens by processing by the numerical control based on the processing data for numerical control, The manufacture method of the spectacle lens characterized by having the finishing process which generates the lens side configuration based on [ begin to delete and ] prescription of the aforementioned approximation side configuration to the aforementioned spectacle lens by processing by the numerical control based on the processing data for numerical control is offered.

[0017] Invention according to claim 2 is set to the manufacture method of a spectacle lens according to claim 1. While it is based on the aforementioned numerical control, it begins to delete and processing rotates the aforementioned spectacle lens base material By synchronizing the relative position of the edge implement of the direction of the axis of rotation of the aforementioned spectacle lens base material, and the aforementioned spectacle lens base material, and the relative position of the aforementioned axis of rotation, the aforementioned edge implement of the rectangular direction, and the aforementioned spectacle lens base material with rotation of the aforementioned spectacle lens base material The manufacture method of the spectacle lens characterized by being carried out is offered.

[0018] The manufacture method of the spectacle lens characterized by invention according to claim 3 performing the aforementioned approximation processing side rough-planed process and the aforementioned finishing process continuously in the manufacture method of a spectacle lens according to claim 2 using an NC machine tool equipped with the edge implement for the aforementioned

approximation processing side rough-planed processes and the edge implement for the aforementioned finishing processes is offered.

[0019] Invention according to claim 4 offers the manufacture method of the spectacle lens characterized by the aforementioned processing data for numerical control being what changes any one or more of the rotational frequencies of the delivery pitch of the aforementioned edge implement, the amount of slitting, and the aforementioned spectacle lens base material according to the relative position of the aforementioned edge implement and the aforementioned spectacle lens base material in the manufacture method of a spectacle lens according to claim 2.

[0020] Invention according to claim 5 offers the manufacture method of the spectacle lens characterized by adding the data of the amount of prism of prescription of the aforementioned spectacle lens to the aforementioned processing data for numerical control in the manufacture method of a spectacle lens according to claim 1.

[0021] Invention according to claim 6 offers the manufacture method of the spectacle lens characterized by adding the data of the eccentricity of prescription of the aforementioned spectacle lens to the aforementioned processing data for numerical control in the manufacture method of a spectacle lens according to claim 1.

[0022] invention according to claim 7 -- the manufacture method of a spectacle lens according to claim 1 -- setting -- the aforementioned configuration -- creation -- the manufacture method of the spectacle lens characterized by to have both beveling both [ either or ] which delete and carry out appearance after the outer-diameter processing process which a process deletes further, carries out appearance and reduces the outer diameter of the aforementioned spectacle lens base material to a predetermined outer diameter by processing, and a finishing process, and bevel the edge of the aforementioned spectacle lens base material by processing provides

[0023] invention according to claim 8 -- the manufacture method of a spectacle lens according to claim 1 -- setting -- the aforementioned configuration -- creation -- the manufacture method of the spectacle lens characterized by performing after a process the mirror-polishing process which smooths surface irregularity is offered

[0024] Invention according to claim 9 offers the manufacture method of the spectacle lens characterized by being the curved surface on which the aforementioned lens side configuration compounded the curved surface, progressive side or progressive side which compounded the spherical surface, a toric side, the symmetry-of-revolution aspheric surface, a toric side, and the aspheric surface, and the toric side in the manufacture method of a spectacle lens according to claim 1.

[0025]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, it explains, referring to a drawing about the gestalt of implementation of the manufacture method of the spectacle lens of this invention.

[0026] The manufacture method of the spectacle lens of this invention can manufacture the spectacle lens of the lens side configuration of all kinds of request regardless of a single focal lens and a multifocal lens. The curved surface which compounded the spherical surface, the symmetry-of-revolution aspheric surface, a toric side, the aspheric surface astigmatism side that compounded a toric side and the aspheric surface, the progressive side, the progressive side, and the toric side as a lens side configuration can be illustrated. It is suitable for the so-called manufacture of the inside successive promotion multifocal lens which especially prepared the curved surface which compounded the progressive side or the progressive side,



and the toric side in the concave surface by the side of an eyeball. Below, manufacture of an inside successive promotion multifocal lens is mainly described.

[0027] the configuration by the numerical control based on [ in the manufacture method of the spectacle lens of this invention ] the processing data for numerical control for the convex side of a spectacle lens base material, a concave surface side (superficies side) (inside side), or a double-sided lens side configuration which deletes and carries out appearance and generates by processing -- creation -- it has a process

[0028] a configuration [ in / the manufacture method of the spectacle lens of this invention / in drawing 1 ] -- creation -- it is the flow chart which shows 1 operation gestalt of a polish process including a process The \*\* type view showing processing of the lens in the process is appended to each process. the configuration according [ a polish process ] to a layout process, a blocking process, and this invention as shown in drawing 1 -- creation -- it has a process, a mirror-finish process, a DEBUROKKU process, a washing process, an inspection process, etc.

[0029] Before these polish processings, the prescription data of a customer's spectacle lens are inputted [ carry out / a direct input / transmission or / from an online terminal ] into a host computer through an input means, the lens configuration based on prescription data is designed by the calculating computer, and prescription data are processed into the processing data for numerical control. The processing data for numerical control consist of outer-diameter processing data, approximation side processing side rough-planed processing data, finishing processing data, and beveling processing data.

[0030] Outer-diameter processing data are processing data which delete the unnecessary periphery section of a semi finish lens, and reduce a path to a predetermined outer diameter.

[0031] Approximation processing side rough-planed processing data are processing data to which delete the thickness of a considerably thick semi finish lens, and predetermined thickness is made while generating the approximation side configuration approximated to the lens side configuration of a request whose finishing allowance in the next finish-machining cuts the field by the side of the concave surface of a semi finish lens, or a convex, and decreases.

[0032] As an approximation side configuration, it is the lens side configuration based on prescription data and analog of a spectacle lens, and the lens side configuration of a sculptured surface for rough-planed which serves as thick from this last lens side configuration slightly, or the last lens side configuration itself is calculated, for example. Or although a finishing allowance increases a little, the simple field configuration for rough-planed where the finishing allowance in the next finish-machining becomes small is calculated. Specifically, when the astigmatism is included in prescription, a toric side for rough-planed which becomes that the minimum should carry out finishing to each coordinate, the coordinate based on [ in the last lens side configuration ] lenses, the coordinate of the rim of astigmatism shaft orientations, and the coordinate of the rim of the direction which intersects perpendicularly with astigmatism shaft orientations, of three points is calculated. On the other hand, when the astigmatism is not included in prescription, the spherical surface for rough-planed which becomes that the minimum should carry out finishing to each coordinate of the position which is three points of the coordinate of the portion to which it is thick the thinnest in the coordinate of the portion to which it is thin the thinnest of the coordinate based on [ in the last lens side configuration ] lenses and the perimeter of a rim, and the perimeter of a rim is calculated. Consequently, an approximation side configuration serves as thick from the last lens side configuration about 0.1-5.0mm about, although a finishing allowance changes with parts.

[0033] Finishing processing data are processing data which begin to delete a 0.1-5.0mm finishing allowance, process it from the rough-planed approximation side configuration of the sculptured surface for rough-planed mentioned above, a toric side, or a spherical-surface configuration, and generate precisely the lens side configuration based on the prescription data of a spectacle lens.

[0034] Furthermore, beveling processing data are processing data which bevel the edge of the field which the semi finish lens processed.

[0035] This processing data for numerical control is transmitted to a host computer from a calculating computer, and is stored in a host computer. It is transmitted to the NC machine tool which performs polish processing from a host computer at the time of processing, and the storage in an NC machine tool memorizes.

[0036] As a spectacle lens base material used as the candidate for processing, a semi finish lens is mainly used. the configuration of both sides of a lens -- when performing creation, a simple pillar type spectacle lens base material is sufficient. A semi finish lens closes on a tape etc. the opening between the glass molds of two sheets in which established the predetermined gap and which it was made to counter, and after making this opening (cavity) pour in and harden the monomer of a lens raw material, it is manufactured by unmolding a glass mold. In the case of the single focal lens or the usual multifocal lens, a convex side is imprinted by the last optical surface by the glass mold, and the configuration which suits prescription of the range with a concave surface side imprints by the glass mold. A semi finish lens is more considerably formed in thickness in finishing thickness. In the case of an inside successive promotion multifocal lens, it imprints by the glass mold so that a convex side may serve as the spherical surface or the last optical surface of the configuration of the aspheric surface by the casting method, and it is imprinted by the glass mold by the configuration which suits prescription of the range with a concave surface side. A semi finish lens must also prepare a considerable number from combination, such as an outside configuration and thickness.

[0037] Next, a calculating computer chooses the optimal semi finish lens into which it should be processed before a polish process based on the design of a lens configuration out of the semi finish lens stocked, and it transmits to a host computer. The corresponding semi finish lens is picked manually, or it picks automatically using an automatic warehouse etc.

[0038] \*\* which gives the positioning mark for setting to a block fixture to the selected semi finish lens by the layout process at the polish process shown in drawing 1 . This layout process is required for toric processing and prism processing of a multifocal lens it is decided that the vertical direction will be, and when it is a single focal lens without directivity, it can be skipped.

[0039] Next, at a blocking process, as shown in drawing 1 (a), a convex [ of the semi finish lens 11 ] or concave surface side is pasted up on the block fixture 20 for attaching in an NC machine tool through the block material 30, such as a low melting point metal. At this time, it arranges so that the positioning mark given to the semi finish lens 11 may become a position to the block fixture 20.

[0040] next, the configuration which is the feature of this invention -- creation -- a process is performed. This configuration generating process is a process which generates the lens side configuration based on prescription of a spectacle lens by beginning to delete one side of a semi finish lens, and processing it. a configuration -- creation -- the case where irregularity with a fine front face exists although the last optical surface may be obtained at a process -- a configuration -- creation -- the mirror-polishing process which smooths surface irregularity is performed after a process

[0041] The configuration generating process in this invention has an outer-diameter processing process, an approximation processing side rough-planed process, a finishing process, and a beveling process. An outer-diameter processing process is a process which begins to delete, deletes the unnecessary periphery section by processing, and is reduced to a predetermined outer diameter, and is also a process for short-time-izing like a rough-planed process or a finisher. An approximation processing side rough-planed process is a rough-planed process to which deletes the thickness of a considerably thick semi finish lens promptly, and predetermined thickness is made while generating promptly the approximation side configuration approximated to the desired lens side configuration. It is begun to delete a finishing process from an approximation side configuration, and it generates a desired lens side configuration precisely by processing. The edge of the lens after a finishing process is sharp, and a beveling process is dangerous, and since it tends to be missing, it is a process which performs marginal beveling processing. [ of it ]  
\*\*\*\*\* before and after a finishing process although an outer-diameter processing process is usually carried out before an approximation processing side rough-planed process. In addition, outer-diameter processing is not performed when the outer diameter of a semi finish lens is in agreement with the path of prescription. Moreover, it may become unnecessary [ beveling processing ]. Furthermore, when the configuration of a semi finish lens is very close to the lens side configuration based on the prescription data of a spectacle lens, rough-planed processing is excluded and the lens side configuration based on the prescription data of a spectacle lens may be acquired only by direct finish-machining.

[0042] As equipment which performs a configuration generating process, it can carry out using the cutting equipment of exclusive use for every process. In processing of each process, since it can cut by the optimal cutting conditions by using the cutting equipment of exclusive use, respectively from byte's kind differing from a byte's movement, respectively using the optimal byte, efficient cutting with a sufficient precision can be performed.

[0043] At an outer-diameter processing process, the numerical-control outer-diameter processing cutting equipment of the exclusive use which is not illustrated can be used. The block fixture 20 is set to the chuck of this equipment, and outer-diameter processing data are inputted into numerical-control outer-diameter processing cutting equipment. Or require outer-diameter processing data of a host computer by the communication line, data are made to transmit, and data are stored in internal storage. Rotating a work by the Y-axis based on outer-diameter processing data, by controlling a byte's (edge implement) position to Y shaft orientations and the direction of a path of a work (X-axis), numerical-control outer-diameter processing cutting equipment hits a byte against the side of the semi finish lens 11, deletes an outer diameter, and as shown in drawing 1 (b), it manufactures the semi finish lens 12 which it failed to shave to the predetermined path.

[0044] The NC machine tool of exclusive use can be used at an approximation processing side rough-planed process. As an example of an NC machine tool, the outline composition of numerical-control cutting equipment is shown in drawing 2. As for this numerical-control cutting equipment 200, it has the X-axis positioning means 202 and the Y-axis positioning means 210 on the bed 201. The X-axis positioning means 202 is driven to X shaft orientations (space and perpendicular direction) with the motor for an X-axis drive, and an encoder 204. On the X-axis positioning means 202, it has the work shaft rotation means 205, and while being able to carry out the rotation drive of the work chuck 208 attached in the work axis of rotation 207 by the motor for a work axis-of-rotation drive, and the encoder 206, the rotation position of a work is deduced. The Y-axis positioning means 210 is driven to almost horizontal Y shaft

orientations with the motor for a Y-axis drive, and an encoder 211. On the Y-axis positioning means 210, it has the Z-axis positioning means 212 and the edge implement rotation means 213 through the Z-axis column 214. The rotation drive of the edge implement (circular cutter) 215 is carried out by the edge implement rotation means 213 through the edge implement axis of rotation 216. The edge implement 215 and the edge implement rotation means 213 can be gone up and down now to Z shaft orientations with the motor for a Z-axis drive and encoder 217 of the Z-axis positioning means 212. It is established by the key objective that the Z-axis positioning means 212 doubles the heart quantity of a circular cutter 215 with a work 12. The semi finish lens (work) 12 is grasped through the block fixture which is not illustrated by the work chuck 208.

[0045] Synchronizing with the rotation position of a work 12, the X-axis positioning means 202 and the Y-axis positioning means 210 are controlled, and, as for this numerical-control cutting equipment 200, the work 12 of X shaft orientations and Y shaft orientations and the relative position of the edge implement 215 are controlled.

[0046] The direct input of the approximation processing side rough-planed processing data is carried out to numerical-control cutting equipment 200, or it transmits through a host computer, and data are made to memorize. The main coordinate of a circular cutter 215 is positioned in the direction of a normal formed at the point processing [ work ] using three shafts of the X-axis positioning means 202, the Y-axis positioning means 210, and the work shaft rotation means 205. the approximation processing side rough-planed processing data mentioned above by performing positioning of the main coordinate of the circular cutter 215 corresponding to this processing point continuously -- being based -- the configuration of a sculptured surface, the spherical surface, or the rough-planed side of a toric side configuration -- creation is performed

[0047] At an approximation processing side rough-planed process, as shown in drawing 1 (c), field granularity Rmax can obtain the semi finish lens 13 which has a rough-planed side 100 micrometers or less.

[0048] At a finishing process, cutting is precisely carried out from a rough-planed side to the desired last lens side configuration based on finishing processing data using a finishing edge implement by finishing cutting conditions using the numerical-control cutting equipment 200 mentioned above, for example and the same equipment.

[0049] At a finishing process, as shown in drawing 1 (d), field granularity Rmax can obtain the semi finish lens 14 which is about 0.1-10 micrometers.

[0050] At a beveling processing process, the numerical-control beveling cutting equipment of the exclusive use which is not illustrated can be used. The block fixture 20 is set to the chuck of this equipment, and beveling processing data are inputted into beveling cutting equipment. Or require beveling processing data of a host computer by the communication line, data are made to transmit, and data are stored in internal storage. Numerical-control beveling cutting equipment bevels the edge of the field which hit a byte against the edge of the semi finish lens 14, and the semi finish lens 14 processed into it, rotating the semi finish lens 14 based on beveling processing data.

[0051] At a beveling processing process, as shown in drawing 1 (e), the semi finish lens [ finishing / beveling ] 15 is obtained.

[0052] After a configuration generating process performs the mirror-polishing process which smooths surface irregularity as occasion demands. In finishing processing mentioned above, surface roughness

Rmax can process it to about 0.1-10 micrometers, and it is at a mirror-polishing process. Surface roughness Rmax makes the last optical surface which is about several 10nm. In polish of the concave surface of the multifocal lens to which a mirror-polishing process has a progressive side in the concave surface of a single focal lens, or a convex, since it is the spherical surface and a toric side, the polish method using the conventional processing pan is employable. When grinding a complicated curved surface like polish of the inside of an inside successive promotion multifocal lens, as mentioned above, the polish method using the conventional processing pan cannot be adopted.

[0053] Polish of a complicated curved surface like such an inside successive promotion multifocal lens has the desirable thing which imitate and uses abrasive tools as [ a thing ] shown in drawing 1 (f). It imitates, and abrasive tools 40 are attached in a case 42 so that this rubber sheet 41 that has flexibility by the shape of a semi-sphere may form seal space between cases 42, and they are equipped with the structure where a pressure can be applied from the interior of a rubber sheet so that a pressure gas or a liquid may be made to press fit in this seal space and a rubber sheet may be maintained at a semi-sphere-like gestalt. It grinds by supplying polish liquid between a rubber sheet 41 and a work 16, sticking abrasive cloths, such as a nonwoven fabric, on the front face of a rubber sheet 41, giving rotation and rocking to a case 42, and pressing against a work 16.

[0054] It imitates, and since a rubber sheet 41 contacts work 16 front face by this uniform pressure, even if abrasive tools 40 are curved surfaces with work 16 complicated front face, a rubber sheet 41 can follow in footsteps of the configuration of work 16 front face, and can grind them uniformly. Therefore, it is suitable for especially polish of a sculptured surface like the inside of an inside successive promotion multifocal lens.

[0055] Moreover, a numerical-control grinder can be used for polish of a complicated curved surface. Based on the data for NC processing beforehand calculated from the design configuration of a lens, perform the relative-position arrangement with a polisher head and a work, and parts with the arbitrary front face of a polisher head are made in agreement in the direction of a normal in the processing point of a work, from the direction, a polisher head is pressed strongly and polish processing is carried out. Grinding to the last optical surface is possible, without breaking down the curved-surface configuration by which creation was carried out by this at the configuration generating process.

[0056] The finish lens from which both sides turned into the last optical surface according to the mirror-polishing process is completed. Then, since it becomes unnecessary, as it is shown in drawing 1 (g), the block fixture 20 performs the DEBUROKKU process which removes the finish lens 17 from the block fixture 20, it performs a washing process in order to remove the dirt which has adhered further, inspects at the end, and ends a polish process.

[0057] After that, it becomes a completion lens through a dyeing process, hard-coat film formation processing, an antireflection film formation process, etc.

[0058] such numerical control was used -- deleting -- appearance -- carrying out -- processing -- a configuration -- creation -- by performing a process, the conventional sand credit processing becomes unnecessary and can generate all kinds of curved-surface configuration Therefore, in sand credit processing, many processing pans needed for every field configuration of a lens become unnecessary, moreover submaterials, such as abrasives and a polish pad, become unnecessary, and a production cost can be reduced.

[0059] the configuration applied to this invention although the polish equipment of exclusive use was

used for every polish process in the explanation mentioned above -- creation -- a process -- a configuration -- creation -- outer-diameter processing which constitutes a process, approximation processing side rough-planed processing, finishing processing, and beveling processing can be performed using one set of an NC machine tool

[0060] The outline composition of the numerical-control lathe-turning equipment of an example of this NC machine tool is shown in drawing 3. As for this numerical-control lathe-turning equipment 300, it has the X-axis positioning means 310 and the Y-axis positioning means 320 on the bed 301. The X-axis positioning means 310 is driven to almost horizontal X shaft orientations with the motor for an X-axis drive, and an encoder 311. The position of X shaft orientations is deduced by the encoder 311. The work shaft rotation means 312 is being fixed on the X-axis positioning means 310. The work chuck 313 is attached in the work shaft rotation means 312, and a rotation drive is carried out by the motor for a work axis-of-rotation drive, and the encoder 314. The rotation position of the work chuck 313 is deduced by the encoder 314. The semi finish lens (work) 11 is attached in the work chuck 313 through a block fixture. The Y-axis positioning means 320 is driven with the motor for a Y-axis drive, and an encoder 321 to almost horizontal Y shaft orientations which intersect perpendicularly with the X-axis positioning means 310. The position of Y shaft orientations is deduced by the encoder 321. On the Y-axis positioning means 320, two sets of the 1st tool post 322 and the 2nd tool post 323 are fixed, the byte 324 for rough-planed (edge implement) is fixed to the 1st tool post 322, and the finishing byte 325 is being fixed to the 2nd tool post 323. The byte 324 for rough-planed is for example, a product made from cemented carbide, and the finishing byte 325 is for example, a product made from a single crystal diamond.

[0061] The control method positions the main coordinate at the nose of cam of a byte 324 or a byte 325 in the direction of a normal formed at the processing point of a work 11 using three shafts of the X-axis positioning means 310, the Y-axis positioning means 320, and the work shaft rotation means 312. the configuration based on the lens design configuration by performing positioning of the main coordinate at the nose of cam of the byte corresponding to this processing point continuously -- creation is performed Under the present circumstances, a work 11 rotates by the work shaft rotation means 312 at the rotational frequency between 100 - 3000rpm according to the configuration of a work, \*\*, and finish-machining. This rotation position is deduced with an encoder 314, and the Y-axis positioning means 320 and the X-axis positioning means 310 are synchronized with rotation of a work 11, and are made to position. That is, the byte 324,325 of Y shaft orientations which are the axis of rotation of a work 11, the relative position of a work 11, and the byte 324,325 of X shaft orientations and the relative position of a work 11 are synchronized with rotation of a work 11, rotating a work 11.

[0062] This numerical-control lathe-turning equipment 300 processes it by changing the byte 324 for rough-planed, and the finishing byte 325, and beginning to delete, performs outer-diameter processing and approximation processing side rough-planed processing using the byte 324 for rough-planed, and performs finishing processing and beveling processing using the finishing byte 325.

[0063] The processing data for numerical control which consist of the outer-diameter processing data which the calculating computer calculated based on the prescription data of a spectacle lens inputted into numerical-control lathe-turning equipment 300 from the input unit, approximation side processing side rough-planed processing data, finishing processing data, and beveling processing data are transmitted through a host computer, and are stored in internal storage.

[0064] The semi finish lens 11 fixed to the block fixture 20 as shown in drawing 1 (a) is fixed to the work

chuck 313, and the outer diameter of the semi finish lens 11 is cut from the byte 324 for rough-planed to a predetermined path based on the outer-diameter processing data given to the semi finish lens 11. Then, field granularity Rmax is cut by the rough-planed side 100 micrometers or less in the field configuration of the sculptured surface and toric side which were approximated to the desired lens side configuration based on approximation side processing side rough-planed processing data using the byte 324 for rough-planed and which were mentioned above, or the spherical surface. Then, based on finishing processing data, about 0.1-5.0 remainingmm is cut using the finishing byte 325, and it is processed to the lens side configuration based on the prescription data of the spectacle lens whose field granularity Rmax is about 0.1-10 micrometers. Then, based on beveling processing data, beveling processing is performed using the finishing byte 325.

[0065] one set of NC machine tool 300 equipped with two kinds of bytes, such a byte 324 for rough-planed, and the finishing byte 325, -- using -- a series of configurations -- creation -- the configuration which performs a process continuously, without removing a work from a work chuck -- creation -- a method has the following advantages as compared with the method of having mentioned above which uses respectively different equipment for every process

[0066] Since a process and equipment are collected by 1 machine and 1 process, it becomes unnecessary a finishing machine not only to become unnecessary for every process, but to station an operator for every machine. Consequently, reduction of the production cost by reduction of a labor cost does not come out as much as possible, the fall of the yield by the human error and the variation of quality are prevented, and improvement in the yield, and the stability and improvement in quality can be attained. Furthermore, inspection currently conducted for every process can be made unnecessary.

[0067] With the numerical-control lathe-turning equipment 300 mentioned above, although two kinds of bytes are used, it can have three or more kinds of bytes, and the byte only for each processings can perform each processing. Moreover, it can use using one kind of byte as each dedicated device of approximation processing side rough-planed processing or finishing processing. Furthermore, although relative motion of a work and a byte is performed when X shaft orientations move a work and Y shaft orientations move a byte, a work is arranged in a fixed position and you may make it move a byte to X shaft orientations and Y shaft orientations.

[0068] Next, the creation procedure of the processing data for numerical control in this invention is explained. Drawing 4 is a flow chart which shows the procedure of the operation of the processing data for number-of-cases value control which carries out configuration generating with an NC machine tool.

[0069] First, the prescription data of the spectacle lens for which the customer asked are acquired at Step 401. Generally in the case of a progressive multifocal lens, S (spherical surface) frequency, C (astigmatism) frequency, an astigmatism shaft, the degree of subscription, prism, eccentricity, lens thickness, the diameter of a lens, a color, etc. are contained in this prescription data. Moreover, in the case of a single focal lens, S frequency, C frequency, an astigmatism shaft, prism, eccentricity, lens thickness, the diameter of a lens, a color, etc. are contained. These prescription data are transmitted to the host computer of a direct lens maker's manufacturing department with online from the terminal with which the spectacles retail store was equipped. Or a relay base receives prescription data from a retail store with transmission meanses, such as a telephone and facsimile, and online transmission is carried out from this relay base. Furthermore, it is also possible to use and carry out the direct input of the input means to a host computer.



[0070] Next, at Step 402, based on the prescription data inputted into the host computer, the above-mentioned prescription data are processed into the manufacture data for production lines by calculating computer, based on this manufacture data, calculation of the combination of a curved surface based on prescription of a customer in jamming is performed, and a lens configuration is designed as numeric data for every prescription of a customer.

[0071] Next, it judges whether prism is contained in the prescription data of a spectacle lens at Step 403. prism -- a vector -- it is -- a direction and a size -- having -- usually -- the base -- it is expressed with a direction (0-359 degrees) and length When prism is contained, it is Step 404, and the data of the amount of prism are added and amended to the numeric data of a lens configuration according to the amount of prism. Only arbitrary amounts make the numeric data showing a processing side (design side) specifically incline in the directions where only the amount of prism is arbitrary, and the numeric data of a lens configuration is obtained based on the newly acquired processing side.

[0072] Drawing 5 (a) shows notionally the case where prism is added by the conventional polish method, and drawing 5 (b) shows notionally the case where prism is added by the polish method of this invention.

[0073] The lens base material 11 minds the low melting point metal 30, and it is pasted up by it and it is fixed to the block fixture 20. It is liquefied in the opening section of the hollow fixture which intervenes between the adhesion side of the lens base material 11, and the block fixture 20 and which is not illustrated, is poured into it, it is solidified, and this low melting point metal 30 is formed.

[0074] When adding prism by the conventional polish method, in order to make lens base-material 11 itself incline, the hollow fixture according to the amount of prism is required. In the multifocal lens which establishes a progressive side in the usual superficies side, in order to stick a hollow fixture a convex side, the hollow fixture according to the base curve of a lens base material and the degree of subscription is still more nearly required, and a huge number of hollow fixtures are needed. Moreover, the variation at the time of carrying out alignment to a hollow fixture by the handicraft was large, and had become a poor cause. In addition, after polish becomes parallel [ the tangent L1 based on / of the datum level S of the block fixture 20, and a processing side / optical (point of being located at the center of a pupil when it \*\*\*\*\* on the fitting point, i.e., a frame) ], as shown in drawing 5 (a).

[0075] On the other hand, what is necessary is just to perform calculation which makes the arbitrary dose inclination of the processing side carry out the intersection A of the processing axis of rotation MC and a processing side in the arbitrary direction as the supporting point (point of specifying an inclination) by the manufacture method of this invention, as shown in drawing 5 (b). The processing side to which only the angle at which the tangent L2 based on [ of a processing side ] optical is equivalent to the predetermined amount of prism to the datum level S of the block fixture 20 inclined by this can be generated. Since addition of prism can be performed only in change of numeric data, while a huge number of hollow fixtures become unnecessary, the variation by the handicraft stops consequently, arising.

[0076] It judges whether it returns to drawing 4 , next eccentric processing is included in the prescription data of a spectacle lens at Step 405. Eccentric processing is performed for the purpose for making the outer diameter of a lens small etc. Eccentricity is a vector and has a direction and a size. usually, the base -- it is expressed with a direction (0-359 degrees) and the amount of prism When eccentric processing is included, it amends by adding eccentric data to the numeric data of a lens configuration at the following step 406. Only amounts arbitrary in the directions where only eccentricity is arbitrary from a geometrical center (point of being located at the center when it deduces from the outer diameter of a lens) make the



numeric data showing a processing side (design side) specifically offset, and the numeric data of a lens configuration is obtained based on the newly acquired processing side.

[0077] Drawing 6 (a) shows notionally the case where eccentricity is added by the conventional polish method, and drawing 6 (b) shows notionally the case where eccentricity is added by the polish method of this invention.

[0078] When adding eccentricity by the conventional polish method, it is necessary to carry out specified quantity eccentricity of the optical center OC to the processing axis of rotation MC at the time of a block, and to fix the lens base material 19a itself. Therefore, since lens base material 19a is made to incline in the block fixture 20 and it is necessary to fix, the hollow fixture according to eccentricity is required.

[0079] After [ the geometrical center's / the processing axis of rotation MC of the block fixture 20 and / of a processing side ] polish corresponds, as shown in drawing 6 (a). The optical center OC and the processing axis of rotation MC have estranged only eccentricity. A hollow fixture has a huge needed number like prism. Moreover, the variation at the time of carrying out alignment to a hollow fixture by the handicraft was large, and had become a poor cause.

[0080] On the other hand, what is necessary is just to perform calculation to which the arbitrary dose eccentricity of the processing side is made to carry out in the arbitrary direction from the geometrical center MC by the manufacture method of this invention, as shown in drawing 6 (b). Thereby, the processing side as for which the optical center OC of the processing side of processed lens 19b carried out eccentricity to the processing axis of rotation MC of the block fixture 20 can be generated. Since addition of eccentricity was performed only in change of numeric data, while a huge number of hollow fixtures became unnecessary, the variation by the handicraft stopped consequently, arising.

[0081] Next, processing conditions are selected at Step 407 of drawing 4. if the processing conditions of an NC machine tool are not suitable -- a configuration -- creation -- processing resistance is lost at the time of processing, and a chipping (detailed lack) occurs on a work front face This chipping needs to set up processing conditions so that removing at a back process may not generate eye a difficult hatchet and a chipping. A weaker material is especially in the inclination which a chipping tends to generate like the super-high refractive-index material and the lens of CR-39 with which a refractive index exceeds 1.74.

[0082] The processing conditions of an NC machine tool are a work rotational frequency, the delivery pitch which is the movement magnitude of the edge implement for every rotation of a work, the amount of slitting which is the hard depth a work, peripheral velocity, etc. Two or more processing patterns which combined processing conditions with the calculating computer according to a configuration, a lens material, etc. of a lens based on the prescription data of a spectacle lens in each processing of approximation processing side rough-planed processing, finishing processing, outer-diameter processing, and beveling processing are memorized. A calculating computer calculates the numeric data of the final lens configuration which seasoned the numeric data of the lens configuration based on spectacle lens prescription with prism or eccentricity, and selects the optimal processing pattern out of two or more processing patterns based on numeric data and the lens material of this final lens configuration. Or an operator may select a processing pattern and may input into a calculating computer.

[0083] the case of the NC machine tool which controls the position of the X-axis of an edge implement, and a Y-axis as concrete processing conditions synchronizing with the work rotation mentioned above -- a work rotational frequency -- rough-planed processing -- 100 - 3000rpm and finish-machining -- in rough-planed processing, 0.005 - 0.2 mm/rev and the amount of slitting of 100 - 3000rpm and a delivery

pitch are [ at 0.005 - 1.0 mm/rev and finish-machining / in rough-planed processing ] the ranges of 0.05 - 3.0 mm/pass in 0.1 - 10.00 mm/pass and finish-machining the case of the NC machine tool into which it is processed by the biaxial synchronization of X and Y like outer-diameter processing or beveling processing -- a work rotational frequency -- rough-planed processing -- 100 - 20000rpm and finish-machining -- in rough-planed processing, 0.005 - 0.2 mm/rev and the amount of slitting of 100 - 20000rpm and a delivery pitch are [ at 0.005 - 1.0 mm/rev and finish-machining / in rough-planed processing ] the ranges of 0.05 - 3.0 mm/pass in 0.1 - 10.00 mm/pass and finish-machining

[0084] It is desirable to send also in processing conditions, for a setup of a pitch to be the most important, to send according to the relative position of a work and an edge implement, and to change a pitch. For example, it is desirable to make a delivery pitch small in the periphery section from which are separated of the distance from the center of rotation of a work, i.e., a portion with a quick relative velocity of an edge implement and a work, and a portion with a large change of a field configuration. On the other hand, when the chipping which the direction which enlarged the delivery pitch can remove by finish-machining since productivity increases arises, a delivery pitch is enlarged as much as possible.

[0085] Instantiation of the setting pattern of a delivery pitch was shown in drawing 7 and drawing 8. The graph of a horizontal axis of each pattern is the distance from the center of rotation of a work, and a vertical axis is a delivery pitch. The numeric value of a horizontal axis is instantiation. An edge implement explains each pattern from a viewpoint of movement of an edge implement in order to usually move to the inner circumference section from the periphery section at the time of cutting. (1) of drawing 7 is not based on distance from a work center, but it is sent, and is a pattern with a fixed pitch. In this case, a delivery pitch is suitably chosen by the material and the configuration of a work. In the periphery section and the center section of the work, (2) of drawing 7 is the fixed delivery pitch of P<sub>0</sub>, and it is the pattern (solid line) which continues after [ P<sub>1</sub> ] sending to P<sub>1</sub> and making a pitch small, when going into the inner circumference section, and a pattern (dashed line) which makes a delivery pitch small gradually from P<sub>0</sub> in the inner circumference section P<sub>1</sub>. (3) of drawing 7 is the fixed delivery pitch of P<sub>1</sub> in the periphery section, and it is a pattern which sends to P<sub>0</sub> at the entrance of the inner circumference section, enlarges a pitch, and maintains P<sub>0</sub>. (4) of drawing 7 is the delivery pitch P<sub>0</sub> fixed in the periphery section and the inner circumference section, and it is the pattern (solid line) which sends in the center section and makes a pitch small P<sub>1</sub>, and a pattern (dashed line) which is the delivery pitch P<sub>1</sub> fixed in the periphery section and the inner circumference section, sends in the center section and enlarges a pitch P<sub>0</sub>. In this case, the delivery pitches of the periphery section and the inner circumference section may differ.

[0086] (5) of drawing 8 is a pattern to which a delivery pitch is gradually changed linearly from the periphery section to the inner circumference section, and it is a pattern (solid line) with which it applies and sends to the inner circumference section from the pattern (dashed line) which covers over which and sends to the inner circumference section from the periphery section, and a pitch increases, and the periphery section, and a pitch decreases. It is the pattern (dashed line) with which a delivery pitch becomes large gently if it applies to a center section from the pattern (solid line) with which (6) of drawing 8 is sent in the periphery section, a pitch is made rapidly and small, and a delivery pitch decreases gently in the center-section and inner circumference section, and the periphery section, and a delivery pitch becomes large rapidly in the inner circumference section. It is the continuation pattern (dashed line) with which a delivery pitch is the largest, a center section sends (7) of drawing 8 in the inner circumference section and the periphery section, its a delivery pitch is the smallest in the continuation pattern (solid

line) and center section where a pitch is small with a pattern, it sends in the periphery section and the inner circumference section, and a pitch becomes large. (8) of drawing 8 is a pattern (solid line) with which it applies to the inner circumference section, and sends gradually from the pattern (dashed line) with which it applies to the inner circumference section from the periphery section, and sends gradually, and a pitch decreases, and the periphery section, and a pitch becomes large.

[0087] According to a final lens configuration, the material of a lens, etc., a suitable delivery pitch pattern is selected out of these patterns. For example, in approximation processing side rough-planed processing, since removing at the time of finishing processing is possible even if a chipping occurs,  $P1=0.05 \sim 0.20$  mm/rev and  $P0=0.10 \sim 0.40$  mm/rev are employable with the pattern of the dashed line of drawing 8 (5).

[0088] Moreover, in finishing processing, a large majority adopts the pattern of drawing 7 (1), for example, is the range of  $P0=0.01 \sim 0.10$  mm/rev. Since it is not based on the refractive index of a lens, but it is easy to generate a chipping when the astigmatism is more than 2.00D, the pattern of drawing 7 (3) is adopted. The range of the range which are  $P0=0.03$  [ in this case ]  $\sim 0.10$  mm/rev, and  $P1=0.01 \sim 0.07$  mm/rev, and is the delivery pitch of  $P1$  is 5-15mm from the outermost periphery.

[0089] A refractive index is not based on a configuration by the brittle material of the super-high refractive-index lens of 1.74, or CR-39 grade, but a pattern (1) is adopted, and less than [  $P0=0.05$  mm/rev ] is desirable. When the astigmatism is more than 2.00D, the pattern of (3) of drawing 7 of further a low pitch, the dashed line of (5) of drawing 8, the dashed line of (6) of drawing 8, and the solid line of (8) of drawing 8 is adopted for the periphery section from this.

[0090] Furthermore, since an edge implement progresses only to \*\* on the other hand and a chipping can generate neither the spherical surface nor the unsymmetrical aspheric surface easily,  $P0=0.03 \sim 0.10$  mm/rev is adopted by the pattern of drawing 7 (1). In this case, the pattern of the dashed line of compatible drawing 8 (6) is sufficient, and high productivity and cutting quality are approximated by the quadratic function using the value of  $P0=0.07 \sim 0.20$  mm/rev and  $P1=0.02 \sim 0.07$  mm/rev.

[0091] For example, even if it makes the delivery pitch in the periphery section lower than the inner circumference section like [ in the case of the pattern of drawing 7 (3) ], when the cure against a chipping is inadequate, it is also effective to decrease the usual rotational frequency, for example, 300 - 1000rpm, about 20 to 40%.

[0092] Moreover, since the pattern of the solid line of drawing 7 (2) or a dashed line and the pattern of the dashed line of drawing 7 (4) can tend to pluck in a core in the case of a plastic lens, it is adopted, when sending in a core and making a pitch low ( $P0=0.03 \sim 0.10$  mm/rev,  $P1=0.01 \sim 0.03$  mm/rev). In the pattern of the dashed line of drawing 7 (4),  $P1$  may differ in the periphery section and the inner circumference section. For example, it is  $P1=0.01$  mm/rev in  $P1=0.03$  mm/rev and the inner circumference section in the periphery section.

[0093] Moreover, control which makes peripheral velocity regularity is also possible by changing a work rotational frequency according to the position of the direction of the diameter of a work of an edge implement. Such a control method can suppress generating of the chipping in the periphery section effectively.

[0094] Finally, a calculating computer creates the numeric data of the acquired final lens configuration, and the processing data for numerical control used with an NC machine tool based on a processing pattern at Step 408. The obtained processing data for numerical control are transmitted and stored in a host computer. the configuration mentioned above based on this processing data for numerical control --

creation -- a process is performed

[0095] In addition, although it is made to perform amendment of prism, and amendment for eccentricity at another process, since prism and eccentricity are vectors, they may be made to perform both amendments in explanation of creation of the above-mentioned processing data for numerical control simultaneously.

[0096] the configuration according to the gestalt of implementation of the manufacture method of the spectacle lens of this invention, delete and carry out appearance, and according to processing -- creation -- having classified a process into the outer-diameter processing process that a byte's kind and movement differ from each other, respectively, an approximation processing side rough-planed process, a finishing process, and a beveling process -- each thing [ processing it by deleting and carrying out appearance, and deleting and carrying out appearance by the optimal cutting conditions using the optimal byte for processing ] -- possible -- becoming -- the configuration where of

[0097] moreover, the configuration of all the lens curved surfaces that include the inside of the inside successive promotion multifocal lens which has a complicated curved surface in order to process it by deleting and carrying out appearance of an approximation processing side rough-planed process and the finishing process using an NC machine tool at least -- creation became possible

[0098] furthermore, the thing for which the NC machine tool which can use at least two kinds of bytes, a finishing byte and the byte for rough-planed, properly is used -- a configuration -- creation -- since one set of an NC machine tool performed all the processes within a process continuously, it became producible [ the lens of the quality stabilized in the efficient and high yield ]

[0099] Moreover, by the manufacture method of the spectacle lens of this invention, since prism and eccentric processing can be coped with only by the operation, without changing a fixture, the spectacle lens which is excellent in a process tolerance can be manufactured with sufficient productivity.

[0100] In addition, productivity can be made good, while suppressing poor generating, since a cutting speed can be gathered changing a processing pattern according to the lens side configuration based on prescription of a spectacle lens, or the quality of the material of a lens, and suppressing generating of a chipping.

[0101]

[Effect of the Invention] the configuration of a lens side of having a complicated curved surface according to the manufacture method of the spectacle lens of this invention as explained above -- creation can be performed with sufficient productivity

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]** It is the flow chart which shows the process of the manufacture method of the spectacle lens of this invention, and (a) - (g) is the \*\* type view showing processing at each process.

**[Drawing 2]** It is the side elevation showing the composition of the outline of the numerical-control cutting equipment used for the manufacture method of the spectacle lens of this invention.

**[Drawing 3]** It is the plan showing the composition of the outline of the numerical-control lathe-turning equipment used for the manufacture method of the spectacle lens of this invention.

**[Drawing 4]** It is the flow chart which shows an example of the creation procedure of the processing data for numerical control.

**[Drawing 5]** It is the outline side elevation showing the arrangement of a work to the block fixture in the case of adding prism at a configuration generating process, and (a) shows the conventional method and (b) shows the method of this invention.

**[Drawing 6]** It is the outline side elevation and plan showing the arrangement of a work to the block fixture in the case of adding eccentricity at a configuration generating process, and (a) shows the conventional method and (b) shows the method of this invention.

**[Drawing 7]** (1) - (4) is a graph which shows the pattern of a delivery pitch, respectively.

**[Drawing 8]** (5) - (8) is a graph which shows the pattern of a delivery pitch, respectively.

**[Description of Notations]**

11 Semi Finish Lens

12 Semi Finish Lens after Outer-Diameter Processing

13 Semi Finish Lens after Approximation Processing Side Rough-planed Processing

14 Semi Finish Lens after Finishing Processing

15 Semi Finish Lens after Beveling Processing

16 Semi Finish Lens under Mirror-Plane Processing

17 Finish Lens

20 Block Fixture

30 Block Material

40 Imitate and They are Abrasive Tools.

41 Rubber Sheet

42 Case

200 Numerical-Control Cutting Equipment

201 Bed  
202 X-axis Positioning Means  
204 Motor for X-axis Drive, and Encoder  
205 Work Shaft Rotation Means  
206 Motor for Work Axis-of-Rotation Drive, and Encoder  
207 Work Axis of Rotation  
208 Work Chuck  
210 Y-axis Positioning Means  
211 Motor for Y-axis Drive, and Encoder  
212 Z-axis Positioning Means  
213 Edge Implement Rotation Means.  
214 Z-axis Column  
215 Circular Cutter  
216 Edge Implement Axis of Rotation  
217 Motor for Z-axis Drive, and Encoder  
300 Numerical-Control Lathe-Turning Equipment  
301 Bed  
310 X-axis Positioning Means  
311 Motor for X-axis Drive, and Encoder  
312 Work Shaft Rotation Means  
313 Work Chuck  
314 Motor for Work Axis-of-Rotation Drive, and Encoder  
320 Y-axis Positioning Means  
321 Motor for Y-axis Drive, and Encoder  
322 1st Tool Post  
323 2nd Tool Post  
324 Byte for Rough-planed  
325 Finishing Byte

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-283204

(P2002-283204A)

(43) 公開日 平成14年10月3日 (2002. 10. 3)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

B 2 4 B 13/06

B 2 4 B 13/06

3 C 0 4 9

9/14

9/14

E

13/00

13/00

A

G

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2001-29750 (P2001-29750)

(22) 出願日 平成13年2月6日 (2001. 2. 6)

(31) 優先権主張番号 特願2000-37722 (P2000-37722)

(32) 優先日 平成12年2月16日 (2000. 2. 16)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2001-10578 (P2001-10578)

(32) 優先日 平成13年1月18日 (2001. 1. 18)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 宮沢 信

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(72) 発明者 田畑 喜則

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100095728

弁理士 上柳 雅彦 (外1名)

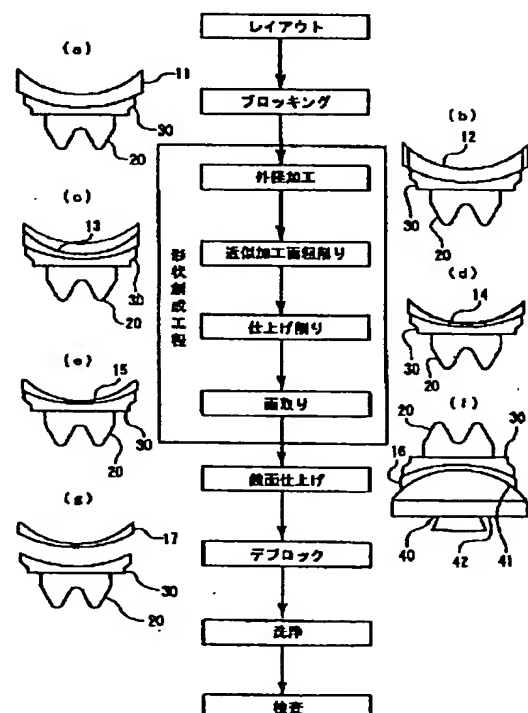
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼鏡レンズの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 内面累進多焦点レンズを含むあらゆる眼鏡レンズを生産性良く製造することができる眼鏡レンズの製造方法を提供する。

【解決手段】 眼鏡レンズ基材11のいずれか一方の面又は両面の加工により眼鏡レンズ基材に所望のレンズ面形状を創成する形状創成工程を有する眼鏡レンズの製造方法において、形状創成工程を、眼鏡レンズ基材11から数値制御による削り出し加工により所望のレンズ面形状に近似した近似面形状を創成する近似加工面粗削り工程と、近似面形状から数値制御による削り出し加工により所望のレンズ面形状を創成する仕上げ削り工程とする。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 眼鏡レンズ基材のいずれか一方の面又は両面の加工により前記眼鏡レンズ基材に眼鏡レンズの処方に基づくレンズ面形状を創成する形状創成工程を有する眼鏡レンズの製造方法において、前記形状創成工程が、数値制御用加工データに基づく数値制御による削り出し加工により前記眼鏡レンズ基材に前記眼鏡レンズの処方に基づくレンズ面形状に近似した近似面形状を創成する近似加工面粗削り工程と、数値制御用加工データに基づく数値制御による削り出し加工により前記近似面形状から前記眼鏡レンズの処方に基づくレンズ面形状を創成する仕上げ削り工程とを有することを特徴とする眼鏡レンズの製造方法。

【請求項2】 請求項1記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記数値制御による削り出し加工が、前記眼鏡レンズ基材を回転させながら、前記眼鏡レンズ基材の回転軸方向の刃具と前記眼鏡レンズ基材との相対的な位置及び前記回転軸と直交方向の前記刃具と前記眼鏡レンズ基材との相対的な位置を前記眼鏡レンズ基材の回転に同期させることにより行われることを特徴とする眼鏡レンズの製造方法。

【請求項3】 請求項2記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記近似加工面粗削り工程用の刃具と前記仕上げ削り工程用の刃具とを備える数値制御工作機械を用いて前記近似加工面粗削り工程と前記仕上げ削り工程とを連続で行うことを特徴とする眼鏡レンズの製造方法。

【請求項4】 請求項2記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記数値制御用加工データが、前記刃具の送りピッチ及び切り込み量並びに前記眼鏡レンズ基材の回転数のいずれか一つ以上を前記刃具と前記眼鏡レンズ基材との相対位置に応じて変更するものであることを特徴とする眼鏡レンズの製造方法。

【請求項5】 請求項1記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記数値制御用加工データに、前記眼鏡レンズの処方のプリズム量のデータが加えられていることを特徴とする眼鏡レンズの製造方法。

【請求項6】 請求項1記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記数値制御用加工データに、前記眼鏡レンズの処方の偏心量のデータが加えられていることを特徴とする眼鏡レンズの製造方法。

【請求項7】 請求項1記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記形状創成工程が、更に削り出し加工により前記眼鏡レンズ基材の外径を所定の外径まで縮小する外径加工工程及び仕上げ削り工程後に削り出し加工により前記眼鏡

2

レンズ基材の縁の面取りを行う面取り工程のいずれか一方又は両方を有することを特徴とする眼鏡レンズの製造方法。

【請求項8】 請求項1記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記形状創成工程後に、表面の凹凸を滑らかにする鏡面研磨工程を行うことを特徴とする眼鏡レンズの製造方法。

【請求項9】 請求項1記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記レンズ面形状が、球面、トーリック面、回転対称非球面、トーリック面と非球面とを合成した曲面、累進面又は累進面とトーリック面とを合成した曲面であることを特徴とする眼鏡レンズの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、眼鏡レンズの製造方法に関し、特に、削り出し加工によりあらゆる種類の眼鏡レンズの面形状を創成できる眼鏡レンズの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】眼鏡レンズの中でも現在主流のプラスチックレンズの製造方法には、注型法による型の転写で両面が眼鏡レンズとしての最終光学面に形成されたフィニッシュレンズを直接成形する方法と、注型法により一方の面が注型法の型の転写で最終光学面に仕上げられた厚手のセミフィニッシュレンズを予め成形しておき、他方の面を所定のレンズ面形状に切削、研磨を行って形状創成することにより最終光学面とする方法とがある。

【0003】また、眼鏡レンズは、単焦点レンズと多焦点レンズに大別される。多焦点レンズでは、遠用部と近用部とこれら間で焦点距離が連続して変化する累進部とから構成される累進面を有する累進多焦点レンズが主流である。単焦点レンズでは主に球面度数、乱視度数、レンズ厚みのファクターがあり、多焦点レンズでは、球面度数、乱視度数、乱視軸、加入度、レンズ厚み等のファクターがある。これらのファクターの組み合わせは極めて多くなり、特に多焦点レンズでは膨大な数の組み合わせとなる。そのため、注型法で直接フィニッシュレンズを成形する方法では、注文の多い組み合わせに限定され、多くのプラスチックレンズの製造は、セミフィニッシュレンズの削り出し加工で行われている。

【0004】セミフィニッシュレンズの削り出し加工では、まず、セミフィニッシュレンズを予め成形しておく必要がある。このセミフィニッシュレンズは、2枚の型を用いる注型法で、凸面側が単焦点レンズの球面又は累進多焦点レンズの累進面に型の転写で作成され、凹面側が仕上げ寸法よりも肉厚で、ある範囲の処方にあう形状に型で転写されている。そして、セミフィニッシュレンズの凹面を、いわゆるカーブジェネレータやこれを発展



(3)

3

させ擬似的なトーリック面も加工できるジェネレータを用いた削り出し加工で、球面レンズであれば球面に、乱視レンズであれば所望のトーリック面形状となるように、かつ、所定の厚みとなるように粗削りする。その後、ラッピング加工に似た砂掛け加工を施し、レンズの面形状を精密に仕上げる。この砂掛け工程では、専用の治具に保持されたレンズを、研磨パッドが貼付されたアルミニウム製の加工皿に載せ、ラップ材をレンズ加工面に注水しつつレンズに加工皿を強く押し当てながら相対的に摺り動かすことにより、加工皿の面形状をレンズ表面に転写する。砂掛け工程で凹凸の少ない最終的なレンズ面形状が得られる。その後、砂掛け工程と同様の装置を用いて表面の凹凸を滑らかにして最終光学面が得られる精度まで鏡面研磨を行う。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年、眼球側の凹面に累進面あるいは累進面とトーリック面を合成した曲面を設けたいいわゆる内面累進多焦点レンズが提案されている。この内面累進多焦点レンズは、累進多焦点レンズの欠点であるゆれや歪みを軽減でき、光学性能を飛躍的に向上させることができる。

【0006】ところが、従来、眼球側の凹面の創成などに用いられているカーブジェネレータは、その構造上、球面、トーリック面のいずれかしか加工ができず、前記に示した累進面あるいは累進面とトーリック面とを組み合わせたような複雑な曲面を創成することは不可能である。また、砂掛け加工では、加工皿と摺り合わせて加工皿の形状を転写する原理上、やはり累進面のような複雑な曲面を創成することは不可能である。

【0007】そのため、内面累進多焦点レンズ等の複雑な曲面を有するレンズを生産性良く製造できる新しい眼鏡レンズの製造方法の開発が求められている。

【0008】本発明は、上記要望に鑑みてなされたもので、内面累進多焦点レンズを含むあらゆる眼鏡レンズを生産性良く製造することができる眼鏡レンズの製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するため、数値制御（NC）による削り出し加工でレンズの形状創成工程を行うもので、その形状創成工程を、眼鏡レンズ基材を所望のレンズ面形状に近似した面形状まで迅速に粗削りする近似加工面粗削り工程を行い、次いで所望のレンズ面形状まで精密に仕上げ削りする仕上げ削り工程を行うことにより、単純な球面から累進面あるいは累進面とトーリック面とを合成した曲面のような複雑な自由曲面までのあらゆるレンズ面形状を生産性良く創成することができる。

【0010】数値制御による削り出し加工は、Y方向の回転軸で眼鏡レンズ基材を回転させながら、X方向及びY方向の刀具と眼鏡レンズ基材との相対位置を眼鏡レン

4

ズ基材の回転に同期させることで、あらゆる種類の面形状を創成することができる。

【0011】粗削り用刀具と仕上げ用刀具とを切り替えて加工できる数値制御工作機械を用いると、近似加工面粗削り工程では粗削り用刀具を用い、仕上げ削り工程では仕上げ用刀具を用いることにより1台の数値制御工作機械で一連の形状創成工程を連続で行うことができる。

【0012】レンズ基材の削り出し加工では、レンズ基材がプラスチックであるため、レンズ基材の最終的な形状や材質に応じて加工条件を適切に選択しないと、欠け（チッピング）が発生する場合がある。そのため、加工条件を刀具と眼鏡レンズ基材の相対位置に応じて変更することが好ましい。

【0013】数値制御による削り出し加工では、眼鏡レンズの処方データのプリズムの付加や偏心の付加も加工治具を何ら変更せずに単に数値制御用加工データにこれらのデータを加えるだけで対応可能である。

【0014】また、形状創成工程には、レンズの外径を削る外径加工と面取り加工が含まれる場合がある。

【0015】更に、本発明における形状創成工程では、眼鏡レンズの処方データに基づくレンズ面形状を得ることができるが、最終光学面に仕上げるために鏡面研磨工程を設けることが好ましい。

【0016】従って、請求項1記載の発明は、眼鏡レンズ基材のいずれか一方の面又は両面の加工により前記眼鏡レンズ基材に眼鏡レンズの処方に基づくレンズ面形状を創成する形状創成工程を有する眼鏡レンズの製造方法において、前記形状創成工程が、数値制御用加工データに基づく数値制御による削り出し加工により前記眼鏡レンズ基材に前記眼鏡レンズの処方に基づくレンズ面形状に近似した近似面形状を創成する近似加工面粗削り工程と、数値制御用加工データに基づく数値制御による削り出し加工により前記近似面形状から前記眼鏡レンズの処方に基づくレンズ面形状を創成する仕上げ削り工程とを有することを特徴とする眼鏡レンズの製造方法を提供する。

【0017】請求項2記載の発明は、請求項1記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記数値制御による削り出し加工が、前記眼鏡レンズ基材を回転させながら、前記眼鏡レンズ基材の回転軸方向の刀具と前記眼鏡レンズ基材との相対的な位置及び前記回転軸と直交方向の前記刀具と前記眼鏡レンズ基材との相対的な位置を前記眼鏡レンズ基材の回転に同期させることにより行われることを特徴とする眼鏡レンズの製造方法を提供する。

【0018】請求項3記載の発明は、請求項2記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記近似加工面粗削り工程用の刀具と前記仕上げ削り工程用の刀具とを備える数値制御工作機械を用いて前記近似加工面粗削り工程と前記仕上げ削り工程とを連続で行うことを特徴とする眼鏡レンズの製造方法を提供する。

(4)

5

【0019】請求項4記載の発明は、請求項2記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記数値制御用加工データが、前記刃具の送りピッチ及び切り込み量並びに前記眼鏡レンズ基材の回転数のいずれか一つ以上を前記刃具と前記眼鏡レンズ基材との相対位置に応じて変更するものであることを特徴とする眼鏡レンズの製造方法を提供する。

【0020】請求項5記載の発明は、請求項1記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記数値制御用加工データに、前記眼鏡レンズの処方プリズム量のデータが加えられていることを特徴とする眼鏡レンズの製造方法を提供する。

【0021】請求項6記載の発明は、請求項1記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記数値制御用加工データに、前記眼鏡レンズの処方の偏心量のデータが加えられていることを特徴とする眼鏡レンズの製造方法を提供する。

【0022】請求項7記載の発明は、請求項1記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記形状創成工程が、更に削り出し加工により前記眼鏡レンズ基材の外径を所定の外径まで縮小する外径加工工程及び仕上げ削り工程後に削り出し加工により前記眼鏡レンズ基材の縁の面取りを行う面取り工程のいずれか一方又は両方を有することを特徴とする眼鏡レンズの製造方法を提供する。

【0023】請求項8記載の発明は、請求項1記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記形状創成工程後に、表面の凹凸を滑らかにする鏡面研磨工程を行うことを特徴とする眼鏡レンズの製造方法を提供する。

【0024】請求項9記載の発明は、請求項1記載の眼鏡レンズの製造方法において、前記レンズ面形状が、球面、トーリック面、回転対称非球面、トーリック面と非球面とを合成した曲面、累進面又は累進面とトーリック面とを合成した曲面であることを特徴とする眼鏡レンズの製造方法を提供する。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の眼鏡レンズの製造方法の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0026】本発明の眼鏡レンズの製造方法は、単焦点レンズ、多焦点レンズを問わずあらゆる種類の所望のレンズ面形状の眼鏡レンズを製造できる。レンズ面形状としては、球面、回転対称非球面、トーリック面、トーリック面と非球面とを合成した非球面乱視面、累進面、累進面とトーリック面とを合成した曲面を例示することができる。とりわけ眼球側の凹面に累進面あるいは累進面とトーリック面とを合成した曲面を設けたいいわゆる内面累進多焦点レンズの製造に好適である。以下では、主に内面累進多焦点レンズの製造について述べる。

【0027】本発明の眼鏡レンズの製造方法は、眼鏡レンズ基材の凸面側（外面側）、凹面側（内面側）のい

6

れか一方又は両面のレンズ面形状を、数値制御用加工データに基づく数値制御による削り出し加工により創成する形状創成工程を有する。

【0028】図1は、本発明の眼鏡レンズの製造方法における形状創成工程を含む研磨工程の一実施形態を示すフローチャートである。各工程には、その工程でのレンズの加工を示す模式図が添付されている。図1に示すように、研磨工程は、レイアウト工程、ブロッキング工程、本発明による形状創成工程、鏡面仕上げ工程、デブロック工程、洗浄工程、検査工程などを有する。

【0029】これらの研磨加工前に、顧客の眼鏡レンズの処方データがオンライン端末からの伝送や直接入力することにより入力手段を介してホストコンピュータに入力され、処方データは計算用コンピュータで処方データに基づいたレンズ形状が設計され、数値制御用加工データに加工される。数値制御用加工データは、外径加工データ、近似面加工面粗削り加工データ、仕上げ削り加工データ、面取り加工データから構成されている。

【0030】外径加工データは、セミフィニッシュレンズの不要な外周部を削って所定の外径まで径を縮小する加工データである。

【0031】近似加工面粗削り加工データは、セミフィニッシュレンズの凹面側又は凸面側の面を切削して次の仕上げ加工での削りしろが少なくなるような所望のレンズ面形状に近似した近似面形状を創成すると共に、かなり厚みのあるセミフィニッシュレンズの厚みを削って所定の厚みに仕上げる加工データである。

【0032】近似面形状としては、例えば、眼鏡レンズの処方データに基づくレンズ面形状と相似形で、この最終のレンズ面形状よりわずかに厚手となるような粗削り用自由曲面、又は最終のレンズ面形状そのもののレンズ面形状が計算される。あるいは、若干削りしろは増えるが、次の仕上げ加工での削りしろが小さくなるような単純な粗削り用の面形状が計算される。具体的には、処方に乱視が含まれている場合は、最終のレンズ面形状におけるレンズ中心の座標、乱視軸方向の外縁の座標、及び乱視軸方向と直交する方向の外縁の座標の3点の座標それぞれに対して最小の仕上げ削りしろとなるような粗削り用のトーリック面が計算される。一方、処方に乱視が含まれていない場合は、最終のレンズ面形状におけるレンズ中心の座標、外縁の全周の中で最も厚さが薄くなる部分の座標及び外縁の全周の中で最も厚さが厚くなる部分の座標の3点の位置の座標それぞれに対して最小の仕上げ削りしろとなるような粗削り用の球面が計算される。その結果、近似面形状は、例えば最終のレンズ面形状より、部位によって削りしろが異なるが、おおよそ0.1～5.0mm程度厚手となる。

【0033】仕上げ削り加工データは、前述した粗削り用の自由曲面、トーリック面又は球面形状の粗削り近似面形状から0.1～5.0mmの削りしろを削り出し加

50

(5)

7

工して眼鏡レンズの処方データに基づくレンズ面形状を精密に創成する加工データである。

【0034】更に、面取り加工データは、セミフィニッシュレンズの加工した面の縁の面取りを行う加工データである。

【0035】この数値制御用加工データは計算用コンピュータからホストコンピュータに伝送され、ホストコンピュータに格納される。加工時にホストコンピュータから研磨加工を行う数値制御工作機械に伝送され、数値制御工作機械内の記憶装置に記憶される。

【0036】加工対象となる眼鏡レンズ基材としては、主としてセミフィニッシュレンズを用いる。レンズの両面の形状創成を行う場合は、単純な円柱型眼鏡レンズ基材でもよい。セミフィニッシュレンズは、所定の間隙を設けて対向させた2枚のガラス型の間の空隙をテープなどで封止し、この空隙（キャビティ）にレンズ原料のモノマーを注入し、硬化させた後、ガラス型を脱型することにより製造される。単焦点レンズや通常の多焦点レンズの場合は、凸面側がガラス型で最終光学面に転写され、凹面側がある範囲の処方に形状にガラス型で転写されている。セミフィニッシュレンズは仕上げ厚よりかなり肉厚に形成される。内面累進多焦点レンズの場合は、凸面側が注型法で球面又は非球面の形状の最終光学面となるようにガラス型で転写され、凹面側がある範囲の処方に形状にガラス型で転写されている。セミフィニッシュレンズも外面形状、厚さ等の組み合わせから相当数を準備しなければならない。

【0037】次に、研磨工程の前に、ストックされているセミフィニッシュレンズの中からレンズ形状の設計に基づいて加工すべき最適なセミフィニッシュレンズを計算用コンピュータが選択し、ホストコンピュータに伝送する。該当するセミフィニッシュレンズを手動でピックアップするか、または自動倉庫等を使って自動的にピックアップを行う。

【0038】図1に示す研磨工程では、レイアウト工程で、選択されたセミフィニッシュレンズにブロック治具にセットするための位置決めマークを付する。このレイアウト工程は上下方向が決まっている多焦点レンズのトリック加工やプリズム加工に必要であり、方向性がない単焦点レンズの場合は省略することができる。

【0039】次に、ブロッキング工程で、図1(a)に示すように、数値制御工作機械に取り付けるためのブロック治具20にセミフィニッシュレンズ11の凸面側又は凹面側を低融点金属などのブロック材30を介して接着する。このとき、セミフィニッシュレンズ11に付した位置決めマークがブロック治具20に対して所定の位置になるように配置する。

【0040】次に、本発明の特徴である形状創成工程を行う。この形状創成工程は、セミフィニッシュレンズの片面を削り出し加工することにより、眼鏡レンズの処方

8

に基づくレンズ面形状を創成する工程である。形状創成工程で最終光学面が得られる場合もあるが、表面の細かい凹凸が存在する場合は、形状創成工程後に表面の凹凸を滑らかにする鏡面研磨工程を行う。

【0041】本発明における形状創成工程は、外径加工工程と、近似加工面粗削り工程と、仕上げ削り工程と、面取り工程とを有する。外径加工工程は、削り出し加工により不要な外周部を削って所定の外径まで縮小する工程で、粗削り工程や仕上げ工程を短時間化するための工程でもある。近似加工面粗削り工程は、所望のレンズ面形状に近似した近似面形状を速やかに創成すると共に、かなり厚みのあるセミフィニッシュレンズの厚みを速やかに削って所定の厚みに仕上げる粗削り工程である。仕上げ削り工程は、近似面形状から削り出し加工により所望のレンズ面形状を精密に創成する。面取り工程は、仕上げ削り工程後のレンズのエッジはシャープで危険であり、また、欠けやすいため、縁の面取り加工を行う工程である。外径加工工程は通常は近似加工面粗削り工程の前に実施するが、仕上げ削り工程の前後でもよい。なお、外径加工はセミフィニッシュレンズの外径が処方の径と一致するときは行わない。また、面取り加工も不要となる場合がある。更に、セミフィニッシュレンズの形状が眼鏡レンズの処方データに基づくレンズ面形状にごく近い場合は、粗削り加工を省いて直接仕上げ加工だけで眼鏡レンズの処方データに基づくレンズ面形状が得られる場合がある。

【0042】形状創成工程を行う装置としては、各工程毎に専用の切削装置を用いて行うことができる。それぞれの工程の加工では、バイトの種類とバイトの動きがそれぞれ異なることから、それぞれ専用の切削装置を用いることにより、最適なバイトを用いて最適な切削条件で切削を行うことができるため、精度良く効率的な切削加工を行うことができる。

【0043】外径加工工程では、図示しない専用の数値制御外径加工切削装置を用いることができる。この装置のチャックにブロック治具20をセットし、外径加工データを数値制御外径加工切削装置に入力する。あるいは通信回線でホストコンピュータに外径加工データを要求し、データを伝送させ、内部の記憶装置にデータを記憶させる。数値制御外径加工切削装置は、外径加工データに基づいてワークをY軸で回転させながらY軸方向とワークの径方向(X軸)に対するバイト(刃具)の位置を制御することによって、セミフィニッシュレンズ11の側面にバイトを当てて外径を削り、図1(b)に示すように、所定の径まで削り落としたセミフィニッシュレンズ12を製造する。

【0044】近似加工面粗削り工程では、専用の数値制御工作機械を用いることができる。数値制御工作機械の一例として、図2に、数値制御切削装置の概略構成を示す。この数値制御切削装置200は、ベッド201上に

(6)

9

X軸位置決め手段202とY軸位置決め手段210が備えられている。X軸位置決め手段202はX軸駆動用モータ及びエンコーダ204でX軸方向（紙面と垂直方向）に駆動される。X軸位置決め手段202の上にはワーク回転手段205が備えられ、ワーク回転軸駆動用モータ及びエンコーダ206によってワーク回転軸207に取り付けられたワークチャック208を回転駆動させることができると共に、ワークの回転位置が割り出されるようになっている。Y軸位置決め手段210はY軸駆動用モータ及びエンコーダ211によりほぼ水平方向のY軸方向に駆動される。Y軸位置決め手段210の上にはZ軸位置決め手段212と刃具回転手段213がZ軸コラム214を介して備えられている。刃具（円形カッター）215は刃具回転軸216を介して刃具回転手段213によって回転駆動される。刃具215と刃具回転手段213はZ軸位置決め手段212のZ軸駆動用モータ及びエンコーダ217によりZ軸方向に昇降できるようになっている。Z軸位置決め手段212はワーク12と円形カッター215の芯高を合わせることが主目的に設けられている。セミフィニッシュレンズ（ワーク）12はワークチャック208に図示しないブロック治具を介して把持される。

【0045】この数値制御切削装置200は、ワーク12の回転位置に同期して、X軸位置決め手段202とY軸位置決め手段210が制御され、X軸方向とY軸方向のワーク12と刃具215の相対位置が制御される。

【0046】近似加工面粗削り加工データを数値制御切削装置200に直接入力するかホストコンピュータを介して伝送してデータを記憶させる。X軸位置決め手段202、Y軸位置決め手段210、ワーク回転手段205の3軸を使ってワーク加工点に立てた法線方向に円形カッター215の中心座標を位置決めする。この加工点に対応した円形カッター215の中心座標の位置決めを連続して行うことで、前述した近似加工面粗削り加工データに基づいて、自由曲面、球面又はトーリック面形状の粗削り面の形状創成を行う。

【0047】近似加工面粗削り工程では、図1（c）に示すように、面粗さ $R_{max}$ が $100\mu m$ 以下の粗削り面を有するセミフィニッシュレンズ13を得ることができる。

【0048】仕上げ削り工程では、例えば上述した数値制御切削装置200と同様の装置を用い、仕上げ用刃具を用いて仕上げ用切削条件で仕上げ削り加工データに基づいて、粗削り面から所望の最終レンズ面形状まで精密に切削加工する。

【0049】仕上げ削り工程で、図1（d）に示すように、面粗さ $R_{max}$ が $0.1\sim 10\mu m$ 程度のセミフィニッシュレンズ14を得ることができる。

【0050】面取り加工工程では、図示しない専用の数値制御面取り切削装置を用いることができる。この装置

10

のチャックにブロック治具20をセットし、面取り加工データを面取り切削装置に入力する。あるいは通信回線でホストコンピュータに面取り加工データを要求し、データを伝送させ、内部の記憶装置にデータを記憶させる。数値制御面取り切削装置は、面取り加工データに基づいてセミフィニッシュレンズ14を回転させながらセミフィニッシュレンズ14の端縁にバイトを当ててセミフィニッシュレンズ14の加工した面の縁の面取りを行う。

【0051】面取り加工工程で、図1（e）に示すように、面取り済みのセミフィニッシュレンズ15を得る。

【0052】形状創成工程後は、必要により、表面の凹凸を滑らかにする鏡面研磨工程を行う。上述した仕上げ削り加工では表面粗さ $R_{max}$ が $0.1\sim 10\mu m$ 程度まで加工することができ、鏡面研磨工程で、表面粗さ $R_{max}$ が数 $10nm$ 程度の最終光学面に仕上げる。鏡面研磨工程は、単焦点レンズの凹面、あるいは凸面に累進面を有する多焦点レンズの凹面の研磨の場合は、球面やトーリック面であるため、従来の加工皿を用いる研磨方法を採用することができる。内面累進多焦点レンズの内面の研磨のように複雑な曲面を研磨するときは、上述したように従来の加工皿を用いる研磨方法を採用することができない。

【0053】このような内面累進多焦点レンズのような複雑な曲面の研磨は、図1（f）に示すような做い研磨工具を用いることが好ましい。この做い研磨工具40は、半球状で柔軟性を有するゴムシート41が筐体42との間に密封空間を形成するように筐体42に取り付けられ、この密封空間に圧気体又は液体を圧入させてゴムシートを半球状の形態に保つようにゴムシート内部から圧力を加えることができる構造を備える。ゴムシート41の表面に不織布等の研磨布を張り付け、筐体42に回転と揺動を与えてワーク16に押し当てながら研磨液をゴムシート41とワーク16の間に供給して研磨を行う。

【0054】この做い研磨工具40は、ゴムシート41がワーク16表面に均一の圧力で当接するため、ワーク16表面が複雑な曲面であってもゴムシート41がワーク16表面の形状に追従して均一に研磨することができる。そのため、内面累進多焦点レンズの内面のような自由曲面の研磨に特に適している。

【0055】また、複雑な曲面の研磨には、数値制御研磨機を用いることができる。レンズの設計形状から予め計算しておいたNC加工用データに基づき、ポリシャヘッドとワークとの相対位置決めを行い、かつワークの加工点における法線方向にポリシャヘッドの表面の任意の部位を一致させ、その方向からポリシャヘッドを強く押し当て研磨加工する。これにより形状創成工程で創成された曲面形状を崩すことなく最終光学面に研磨することが可能である。

(7)

11

【0056】鏡面研磨工程により両面が最終光学面となったフィニッシュレンズが完成する。その後、ブロック治具20は不要になるため、図1(g)に示すように、フィニッシュレンズ17をブロック治具20から取り外すデブロック工程を行い、更に付着している汚れを除去するため洗浄工程を行い、最後に検査を行って研磨工程は終了する。

【0057】その後は、染色工程、ハードコート膜形成処理、反射防止膜形成工程などを経て完成レンズとなる。

【0058】このような数値制御を用いた削り出し加工で形状創成工程を行うことにより、従来の砂掛け加工が不要となり、あらゆる種類の曲面形状を創成することができる。そのため、砂掛け加工ではレンズの面形状毎に必要とされていた多数の加工皿が不要となり、しかも、研磨材や研磨パッドなどの副資材が不要となり、生産コストを低減することができる。

【0059】上述した説明では、研磨工程毎に専用の研磨装置を用いたが、本発明にかかる形状創成工程では、形状創成工程を構成する外径加工、近似加工面粗削り加工、仕上げ削り加工及び面取り加工を一台の数値制御工作機械を用いて行うことができる。

【0060】この数値制御工作機械の一例の数値制御旋削装置の概略構成を図3に示す。この数値制御旋削装置300は、ベッド301上にX軸位置決め手段310とY軸位置決め手段320が備えられている。X軸位置決め手段310はX軸駆動用モータ及びエンコーダ311によってほぼ水平方向のX軸方向に駆動される。X軸方向の位置はエンコーダ311によって割り出される。X軸位置決め手段310の上に、ワーク軸回転手段312が固定されている。ワーク軸回転手段312にワークチャック313が取り付けられ、ワーク回転軸駆動用モータ及びエンコーダ314によって回転駆動される。ワークチャック313の回転位置はエンコーダ314によって割り出される。ワークチャック313にセミフィニッシュレンズ(ワーク)11がブロック治具を介して取り付けられる。Y軸位置決め手段320はX軸位置決め手段310と直交するほぼ水平方向のY軸方向にY軸駆動用モータ及びエンコーダ321によって駆動される。Y軸方向の位置はエンコーダ321によって割り出される。Y軸位置決め手段320の上に、2台の第1刃物台322と第2刃物台323が固定され、第1の刃物台322には粗削り用バイト(刃具)324が固定され、第2刃物台323には仕上げ用バイト325が固定されている。粗削り用バイト324は、例えば超合金製であり、仕上げ用バイト325は、例えば単結晶ダイヤモンド製である。

【0061】制御方法は、X軸位置決め手段310、Y軸位置決め手段320、ワーク軸回転手段312の3軸を使ってワーク11の加工点に立てた法線方向にバイト

12

324又はバイト325の先端の中心座標を位置決めする。この加工点に対応したバイトの先端の中心座標の位置決めを連続して行うことでレンズ設計形状に基づいた形状創成を行う。この際、ワーク11はワークの形状や粗、仕上げ加工別に100~3000rpmの間の回転数でワーク軸回転手段312により回転される。この回転位置をエンコーダ314で割り出し、Y軸位置決め手段320とX軸位置決め手段310とをワーク11の回転に同期させて位置決めさせる。即ち、ワーク11を回転させながら、ワーク11の回転軸であるY軸方向のバイト324、325とワーク11の相対的な位置及びX軸方向のバイト324、325とワーク11の相対的な位置をワーク11の回転に同期させるものである。

【0062】この数値制御旋削装置300は、粗削り用バイト324と仕上げ用バイト325を切り替えて削り出し加工を行うようになっており、粗削り用バイト324を用いて外径加工及び近似加工面粗削り加工を行い、仕上げ用バイト325を用いて仕上げ削り加工及び面取り加工を行うようになっている。

【0063】数値制御旋削装置300には、入力装置から入力された眼鏡レンズの処方データに基づき計算用コンピュータが計算した外径加工データ、近似面加工面粗削り加工データ、仕上げ削り加工データ、面取り加工データから構成されている数値制御用加工データがホストコンピュータを介して伝送され、内部の記憶装置に格納されている。

【0064】図1(a)に示したようなブロック治具20に固定されたセミフィニッシュレンズ11をワークチャック313に固定し、そのセミフィニッシュレンズ11に対して与えられた外径加工データに基づいてセミフィニッシュレンズ11の外径が所定の径まで粗削り用バイト324で切削される。続いて、粗削り用バイト324を用いて近似面加工面粗削り加工データに基づいて所望のレンズ面形状に近似した前述した自由曲面、トーリック面又は球面の面形状で面粗さ $R_{max}$ が $100\mu m$ 以下の粗削り面に切削される。続いて、仕上げ用バイト325を用いて仕上げ削り加工データに基づいて残りの $0.1\sim 5.0mm$ 程度を切削して面粗さ $R_{max}$ が $0.1\sim 10\mu m$ 程度の眼鏡レンズの処方データに基づくレンズ面形状まで加工される。続いて、仕上げ用バイト325を用いて面取り加工データに基づいて面取り加工が行われる。

【0065】このような粗削り用バイト324と仕上げ用バイト325の2種類のバイトを備えた1台の数値制御工作機械300を用いて一連の形状創成工程をワークをワークチャックから取り外すことなく連続で行う形状創成方法は、工程毎にそれぞれ別の装置を用いる上述した方法と比較して、次のような利点がある。

【0066】工程と装置が1マシン・1工程に集約されるため、各工程毎に加工機が不要となるばかりでなく、



(8)

13

機械毎に作業者を配置する必要がなくなる。その結果、労務費の低減による生産コストの低減ができるだけでなく、人為ミスによる歩留まりの低下、品質のパラツキを防止して歩留まりの向上や品質の安定と向上が達成できる。更に、工程毎に行っている検査を不要とすることができる。

【0067】上述した数値制御旋削装置300では、2種類のバイトを用いているが、3種類以上のバイトを備えてそれぞれの加工専用のバイトでそれぞれの加工を行うことができる。また、1種類のバイトを用いて、近似加工面粗削り加工や仕上げ削り加工のそれぞれの専用装置として用いることができる。更に、X軸方向はワークを移動させ、Y軸方向はバイトを移動させることによって、ワークとバイトの相対運動を行っているが、ワークを一定の位置に配置し、バイトをX軸方向とY軸方向に移動させるようにしても良い。

【0068】次に、本発明における数値制御用加工データの作成手順について説明する。図4は、数値制御工作機械で形状創成する場合の数値制御用加工データの演算の手順を示すフローチャートである。

【0069】まず、ステップ401で、顧客が所望した眼鏡レンズの処方データが取得される。この処方データには、一般的に、累進多焦点レンズの場合はS（球面）度数、C（乱視）度数、乱視軸、加入度、プリズム、偏心、レンズ厚み、レンズ径、カラー等が含まれる。また、単焦点レンズの場合はS度数、C度数、乱視軸、プリズム、偏心、レンズ厚み、レンズ径、カラー等が含まれる。これらの処方データが眼鏡小売店に備えられた端末機からオンラインにより直接レンズメーカーの製造部門のホストコンピュータへ送信される。あるいは、小売店から中継拠点が電話、ファクシミリ等の伝送手段で処方データを受け、この中継拠点からオンライン送信されるようになっている。更に、ホストコンピュータに入力手段を用いて直接入力することも可能である。

【0070】次に、ステップ402で、ホストコンピュータに入力された処方データに基づき、計算用コンピュータで上記処方データが製造ライン用の製造データに加工され、この製造データに基づいて、つまりは顧客の処方に基づいた曲面の組み合わせの計算が行われ、顧客の処方毎にレンズ形状が数値データとして設計される。

【0071】次に、ステップ403で、眼鏡レンズの処方データにプリズムが含まれているかどうかを判定する。プリズムはベクトルであり、方向と大きさを有し、通常は基底方向（0～359°）と長さで表される。プリズムが含まれている場合は、ステップ404で、プリズム量に応じてレンズ形状の数値データにプリズム量のデータを加え、補正する。具体的には、加工面（設計面）を表す数値データをプリズム量だけ任意の方向に任意の量だけ傾斜させ、新たに得られた加工面に基づいてレンズ形状の数値データを得る。

14

【0072】図5（a）は、従来の研磨方法でプリズムを付加する場合を概念的に示し、図5（b）は本発明の研磨方法でプリズムを付加する場合を概念的に示す。

【0073】レンズ基材11は、ブロック治具20に低融点金属30を介して接着、固定される。この低融点金属30は、レンズ基材11の接着面とブロック治具20との間に介在する図示しない中空治具の空隙部に液状で注入され、固化されて形成される。

【0074】従来の研磨方法でプリズムを付加する場合は、レンズ基材11そのものを傾斜させる必要があるため、プリズム量に応じた中空治具が必要である。通常の外面側に累進面を設ける多焦点レンズでは、凸面側と中空治具とを密着させる必要があるため、更にレンズ基材のベースカーブ、加入度に応じた中空治具が必要であり、膨大な数の中空治具が必要となる。また、手作業で中空治具に対して位置合わせをする際のバラツキが大きく、不良の原因となっていた。なお、研磨後は、図5（a）に示すように、ブロック治具20の基準面Sと加工面の光学中心（フィッティングポイント、即ち、フレームに枠入れしたときに瞳孔の中心に位置する点）での接線L1は平行となる。

【0075】これに対して、本発明の製造方法では、図5（b）に示すように、加工回転軸MCと加工面の交点Aを支点（傾斜を規定する点）として加工面を任意方向に任意量傾斜させる計算を行うだけでよい。これにより、ブロック治具20の基準面Sに対して加工面の光学中心での接線L2が所定のプリズム量に相当する角度だけ傾いた加工面を創成することができる。その結果、数値データの変更のみでプリズムの付加ができるため、膨大な数の中空治具が不要となると共に、手作業によるバラツキが生じなくなる。

【0076】図4に戻って、次に、ステップ405で眼鏡レンズの処方データに偏心加工が含まれているかどうかを判定する。偏心加工は、レンズの外径を小さくするためなどの目的で行われる。偏心量はベクトルであり、方向と大きさを有する。通常は基底方向（0～359°）とプリズム量で表される。偏心加工が含まれている場合は、次のステップ406でレンズ形状の数値データに偏心データを加え、補正を行う。具体的には、加工面（設計面）を表す数値データを偏心量だけ幾何学中心（レンズの外径から割り出したときに中心に位置する点）から任意の方向に任意の量だけオフセットさせ、新たに得られた加工面に基づいてレンズ形状の数値データを得る。

【0077】図6（a）は、従来の研磨方法で偏心量を付加する場合を概念的に示し、図6（b）は本発明の研磨方法で偏心量を付加する場合を概念的に示す。

【0078】従来の研磨方法で偏心量を付加する場合は、レンズ基材19aそのものをブロック時に加工回転軸MCに対して光学中心OCを所定量偏心させて固定す

(9)

15

る必要がある。そのため、レンズ基材19aをブロック治具20に傾斜させて固定する必要があるため、偏心量に応じた中空治具が必要である。

【0079】研磨後は、図6(a)に示すように、ブロック治具20の加工回転軸MCと加工面の幾何学中心とは一致する。光学中心OCと加工回転軸MCは偏心量だけ離間している。中空治具は、プリズムと同様に、膨大な数が必要となる。また、手作業で中空治具に対して位置合わせをする際のバラツキが大きく、不良の原因となっていた。

【0080】これに対して、本発明の製造方法では、図6(b)に示すように、加工面を幾何学中心MCから任意方向に任意量偏心させる計算を行うだけでよい。これにより、ブロック治具20の加工回転軸MCと加工済みレンズ19bの加工面の光学中心OCが偏心した加工面を創成することができる。その結果、数値データの変更のみで偏心量の付加ができるため、膨大な数の中空治具が不要となると共に、手作業によるバラツキが生じなくなった。

【0081】次に、図4のステップ407で、加工条件の選定を行う。数値制御工作機械の加工条件が適切でない、形状創成加工時に加工抵抗に負けてワーク表面にチッピング（微細な欠落）が発生する。このチッピングは後工程で除くことが困難なため、チッピングを発生させないように加工条件を設定する必要がある。とりわけ、屈折率が1.74を超える超高屈折率素材やCR-39のレンズのように脆い素材ほどチッピングが発生しやすい傾向にある。

【0082】数値制御工作機械の加工条件は、ワーク回転数、ワークの1回転毎の刀具の移動量である送りピッチ、ワークにくい込む深さである切り込み量、周速度等である。計算用コンピュータには、近似加工面粗削り加工、仕上げ削り加工、外径加工、面取り加工の各加工において、眼鏡レンズの処方データに基づくレンズの形状やレンズ素材等に応じて、加工条件を組み合わせた複数の加工パターンが記憶されている。計算用コンピュータは、眼鏡レンズ処方に基づいたレンズ形状の数値データにプリズムや偏心を加味した最終的なレンズ形状の数値データを演算し、この最終的なレンズ形状の数値データやレンズ素材に基づいて複数の加工パターンの中から最適な加工パターンを選定する。あるいは、作業者が加工パターンを選定して計算用コンピュータに入力しても良い。

【0083】具体的な加工条件としては、上述したワーク回転に同期して刀具のX軸、Y軸の位置を制御する数値制御工作機械の場合は、ワーク回転数は、粗削り加工では100~3000rpm、仕上げ加工では100~3000rpm、送りピッチは、粗削り加工では0.005~1.0mm/rev、仕上げ加工では0.005~0.2mm/rev、切り込み量は、粗削り加工では

16

0.1~10.00mm/pass、仕上げ加工では0.05~3.0mm/passの範囲である。外径加工や面取り加工のようにX、Yの2軸同期で加工を行う数値制御工作機械の場合は、ワーク回転数は、粗削り加工では100~20000rpm、仕上げ加工では100~20000rpm、送りピッチは、粗削り加工では0.005~1.0mm/rev、仕上げ加工では0.005~0.2mm/rev、切り込み量は、粗削り加工では0.1~10.00mm/pass、仕上げ加工では0.05~3.0mm/passの範囲である。

【0084】加工条件の中でも送りピッチの設定が最も重要であり、ワークと刀具の相対位置に応じて送りピッチを変更することが好ましい。例えばワークの回転の中心からの距離が離れている外周部、即ち刀具とワークの相対速度が速い部分、あるいは面形状の変化が大きい部分では、送りピッチを小さくすることが好ましい。一方、送りピッチを大きくした方が生産性が高まるため、仕上げ加工で除去できるチッピングが生じるような場合は、できる限り送りピッチを大きくする。

【0085】図7及び図8に、送りピッチの設定パターンの例示を示した。各パターンのグラフとも、横軸はワークの回転中心からの距離であり、縦軸は送りピッチである。横軸の数値は例示である。刀具は切削時に通常外周部から内周部へ移動するため、刀具の移動の観点から各パターンを説明する。図7の(1)はワーク中心からの距離によらず送りピッチが一定のパターンである。この場合、送りピッチはワークの材料や形状によって適宜選択される。図7の(2)は、ワークの外周部と中央部ではP0の一定の送りピッチで、内周部に入るときにP1に送りピッチを小さくした後P1を持続するパターン（実線）と内周部でP0からP1に漸次送りピッチを小さくするパターン（破線）である。図7の(3)は外周部でP1の一定の送りピッチで、内周部の入口でP0に送りピッチを大きくしてP0を維持するパターンである。図7の(4)は、外周部と内周部では一定の送りピッチP0で、中央部で送りピッチをP1に小さくするパターン（実線）と、外周部と内周部では一定の送りピッチP1で、中央部で送りピッチをP0に大きくするパターン（破線）である。この場合、外周部と内周部の送りピッチが異なる場合がある。

【0086】図8の(5)は、外周部から内周部まで漸次送りピッチを直線的に変化させるパターンであり、外周部から内周部にかけて送りピッチが増加するパターン（破線）と外周部から内周部にかけて送りピッチが減少するパターン（実線）である。図8の(6)は、外周部で送りピッチを急激に小さくし、中央部と内周部では緩やかに送りピッチが減少するパターン（実線）と外周部から中央部にかけては緩やかに送りピッチが大きくなり、内周部で急激に送りピッチが大きくなるパターン（破線）である。図8の(7)は、中央部が最も送りピ

(10)

17

ッチが大きく内周部と外周部で送りピッチが小さい連続パターン（実線）と中央部で最も送りピッチが小さく、外周部と内周部で送りピッチが大きくなる連続パターン（破線）である。図8の（8）は、外周部から内周部に掛けて段階的に送りピッチが減少するパターン（破線）と外周部から内周部に掛けて段階的に送りピッチが大きくなるパターン（実線）である。

【0087】最終的なレンズ形状やレンズの材料等に応じてこれらのパターンの中から適切な送りピッチパターンを選定する。例えば、近似加工面粗削り加工では、チッピングが発生しても仕上げ削り加工時に取り去ることが可能であるため、図8（5）の破線のパターンで、 $P1=0.05\sim0.20\text{mm/rev}$ 、 $P0=0.10\sim0.40\text{mm/rev}$ を採用することができる。

【0088】また、仕上げ削り加工では、大多数は図7（1）のパターンを採用し、例えば $P0=0.01\sim0.10\text{mm/rev}$ の範囲である。レンズの屈折率によらず乱視が2.00D以上の場合は、チッピングが発生しやすいので、図7（3）のパターンを採用する。この場合、例えば $P0=0.03\sim0.10\text{mm/rev}$ 、 $P1=0.01\sim0.07\text{mm/rev}$ であり、 $P1$ の送りピッチである範囲は最外周から5～15mmの範囲である。

【0089】屈折率が1.74の超高屈折率レンズやCR-39等のもろい材料では、形状によらずパターン（1）を採用し、 $P0=0.05\text{mm/rev}$ 以下が望ましい。乱視が2.00D以上の場合は、外周部をこれより更に低ピッチの図7の（3）、図8の（5）の破線、図8の（6）の破線、図8の（8）の実線のパターンを採用する。

【0090】更に、球面や非対称非球面は刃具が一方向にしか進まないため、チッピングが発生し難いので、図7（1）のパターンで $P0=0.03\sim0.10\text{mm/rev}$ を採用する。この場合、高生産性と切削品質を両立できる図8（6）の破線のパターンでもよく、 $P0=0.07\sim0.20\text{mm/rev}$ 、 $P1=0.02\sim0.07\text{mm/rev}$ の値を用い、二次関数で近似する。

【0091】例えば図7（3）のパターンの場合のように外周部での送りピッチを内周部より低くしてもチッピング対策が不十分なときは、通常の回転数、例えば300～1000rpmを20～40%程度減少させることも有効である。

【0092】また、図7（2）の実線や破線のパターン、図7（4）の破線のパターンは、プラスチックレンズの場合は中心部でむしれ易いため、中心部で送りピッチを低くする場合（ $P0=0.03\sim0.10\text{mm/rev}$ 、 $P1=0.01\sim0.03\text{mm/rev}$ ）に採用される。図7（4）の破線のパターンでは、外周部と内周部で $P1$ が異なる場合もある。例えば外周部で $P1=$

18

0.03mm/rev、内周部で $P1=0.01\text{mm/rev}$ である。

【0093】また、刃具のワーク径方向の位置に応じてワーク回転数を変えることによって周速度を一定にするような制御も可能である。このような制御方法は外周部でのチッピングの発生を効果的に抑制することができる。

【0094】最後に、ステップ408で、計算用コンピュータは、得られた最終的なレンズ形状の数値データと加工パターンに基づいて数値制御工作機械で用いられる数値制御用加工データを作成する。得られた数値制御用加工データはホストコンピュータに送信され、格納される。この数値制御用加工データに基づいて上述した形状創成工程が行われる。

【0095】なお、上記数値制御用加工データの作成の説明では、プリズムの補正と偏芯のための補正とは別工程で行っているようにしているが、プリズムも偏芯もベクトルであるので、両補正を同時に行うようにしても良い。

【0096】本発明の眼鏡レンズの製造方法の実施の形態によれば、削り出し加工による形状創成工程をそれぞれバイトの種類や動きが異なる外径加工工程、近似加工面粗削り工程、仕上げ削り工程及び面取り工程に区分けたことにより、それぞれの削り出し加工に最適なバイトを用いて最適な切削条件で削り出し加工を行うことが可能になり、精度が良く迅速な形状創成が可能になった。

【0097】また、少なくとも近似加工面粗削り工程と仕上げ削り工程を数値制御工作機械を用いて削り出し加工を行うため、複雑な曲面を有する内面累進多焦点レンズの内面を含むあらゆるレンズ曲面の形状創成が可能となった。

【0098】更に、仕上げ用バイトと粗削り用バイトの少なくとも2種類のバイトを使い分けできる数値制御工作機械を用いることにより、形状創成工程内のあらゆる工程を1台の数値制御工作機械で連続して行うことができるため、効率良く、高い歩留まりで安定した品質のレンズの生産が可能となった。

【0099】また、本発明の眼鏡レンズの製造方法では、プリズムや偏心加工を治具の変更をせずに演算のみで対処できるため、加工精度に優れる眼鏡レンズを生産性よく製造することができる。

【0100】加えて、眼鏡レンズの処方に基づくレンズ面形状やレンズの材質に応じて加工パターンを変更し、チッピングの発生を抑制しながら切削速度を上げることができるので、不良の発生を抑制すると共に、生産性を良好にすることができる。

【0101】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の眼鏡レンズの製造方法によれば、複雑な曲面を有するレンズ面の

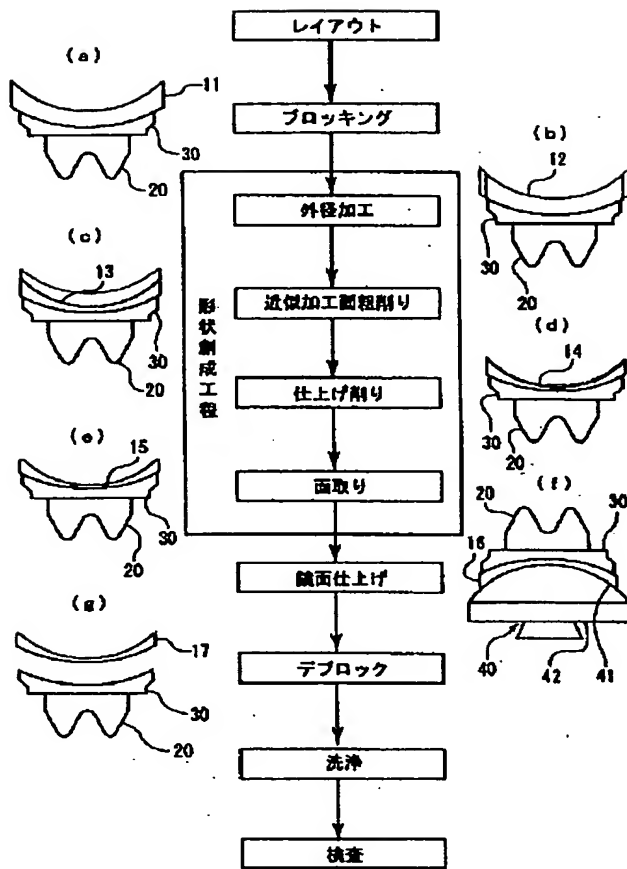


(11)

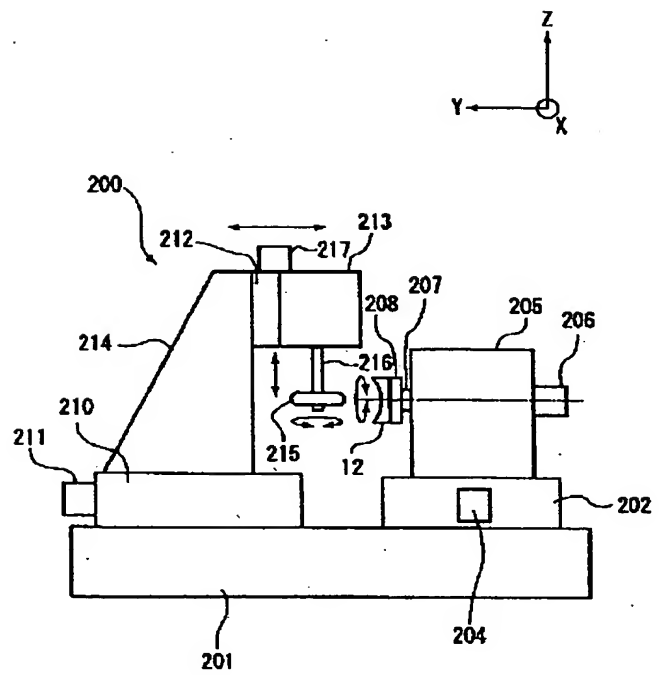
19		20	
形状創成を生産性良く行うことができる。		4 0	微い研磨工具
【図面の簡単な説明】		4 1	ゴムシート
【図1】本発明の眼鏡レンズの製造方法の工程を示すフローチャートであり、(a)～(g)は各工程での加工を示す模式図である。		4 2	筐体
【図2】本発明の眼鏡レンズの製造方法に用いる数値制御切削装置の概略の構成を示す側面図である。		2 0 0	数値制御切削装置
【図3】本発明の眼鏡レンズの製造方法に用いる数値制御旋削装置の概略の構成を示す上面図である。		2 0 1	ベッド
【図4】数値制御用加工データの作成手順の一例を示すフローチャートである。		2 0 2	X軸位置決め手段
【図5】形状創成工程でプリズムの付加を行う場合のブロック治具に対するワークの配置を示す概略側面図であり、(a)は従来方法、(b)は本発明の方法を示す。		2 0 4	X軸駆動用モータ及びエンコーダ
【図6】形状創成工程で偏心の付加を行う場合のブロック治具に対するワークの配置を示す概略側面図と上面図であり、(a)は従来方法、(b)は本発明の方法を示す。		2 0 5	ワーク軸回転手段
【図7】(1)～(4)は、それぞれ送りピッチのパターンを示すグラフである。		2 0 6	ワーク回転軸駆動用モータ及びエンコーダ
【図8】(5)～(8)は、それぞれ送りピッチのパターンを示すグラフである。		2 0 7	ワーク回転軸
【符号の説明】		2 0 8	ワークチャック
1 1	セミフィニッシュレンズ	2 1 0	Y軸位置決め手段
1 2	外径加工後のセミフィニッシュレンズ	2 1 1	Y軸駆動用モータ及びエンコーダ
1 3	近似加工面粗削り加工後のセミフィニッシュレンズ	2 1 2	Z軸位置決め手段
1 4	仕上げ削り加工後のセミフィニッシュレンズ	2 1 3	刃具回転手段
1 5	面取り加工後のセミフィニッシュレンズ	2 1 4	Z軸コラム
1 6	鏡面加工中のセミフィニッシュレンズ	2 1 5	円形カッター
1 7	フィニッシュレンズ	2 1 6	刃具回転軸
2 0	ブロック治具	2 1 7	Z軸駆動用モータ及びエンコーダ
3 0	ブロック材	3 0 0	数値制御旋削装置
		3 0 1	ベッド
		3 1 0	X軸位置決め手段
		3 1 1	X軸駆動用モータ及びエンコーダ
		3 1 2	ワーク軸回転手段
		3 1 3	ワークチャック
		3 1 4	ワーク回転軸駆動用モータ及びエンコーダ
		3 2 0	Y軸位置決め手段
		3 2 1	Y軸駆動用モータ及びエンコーダ
		3 2 2	第1刃物台
		3 2 3	第2刃物台
		3 2 4	粗削り用バイト
		3 2 5	仕上げ用バイト

(12)

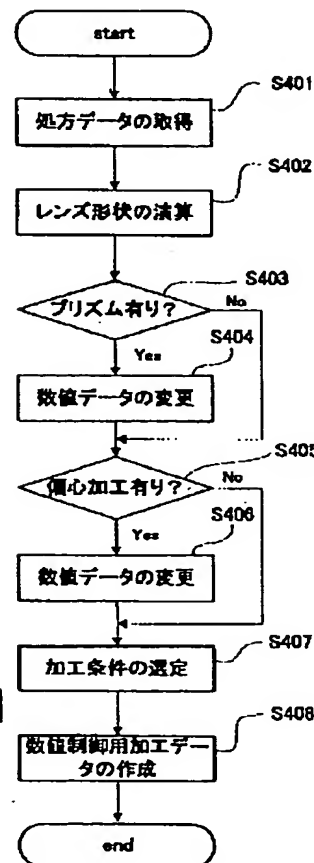
【図1】



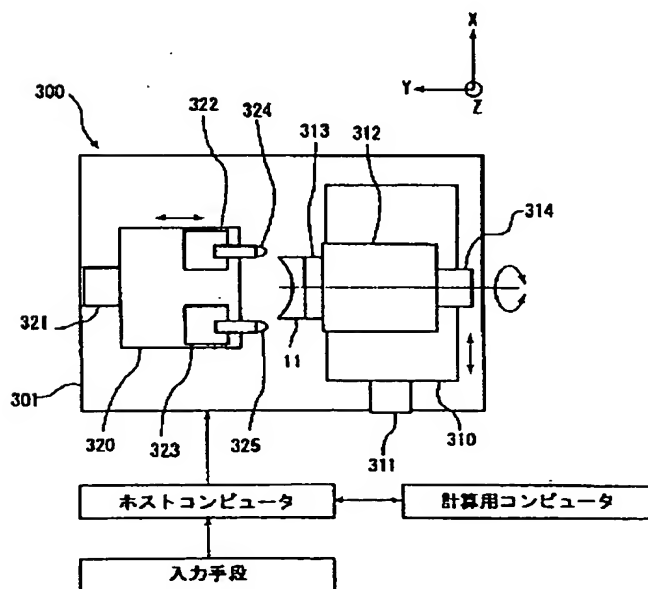
【図2】



【図4】

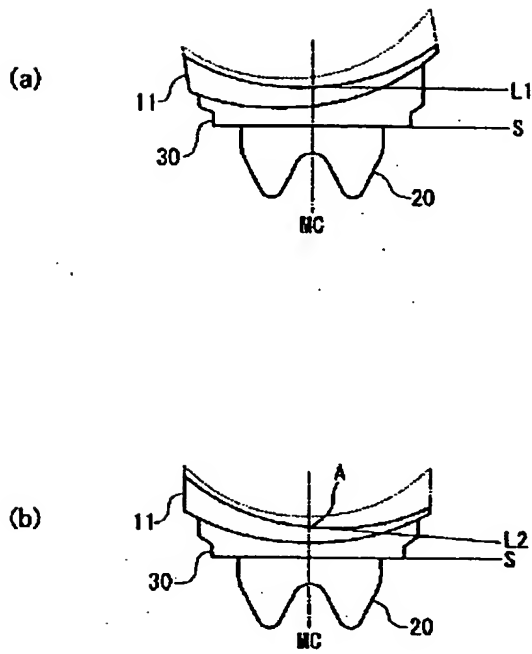


【図3】

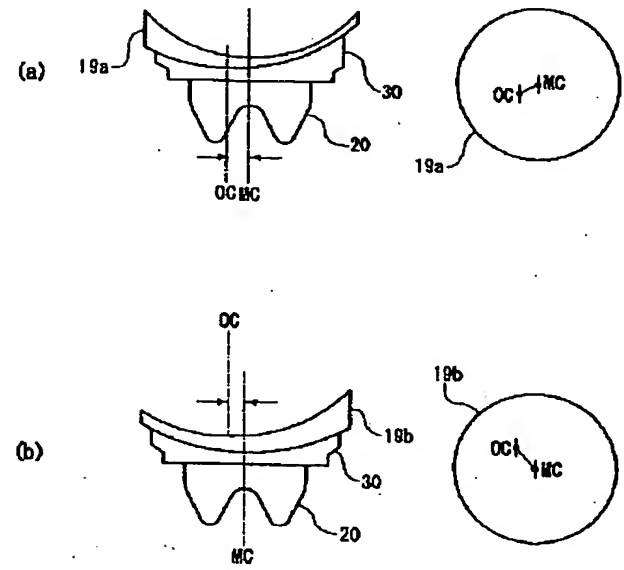


(13)

【図5】



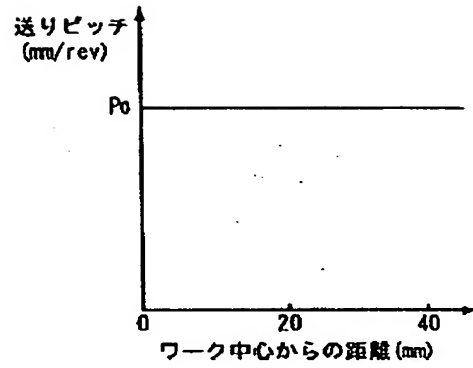
【図6】



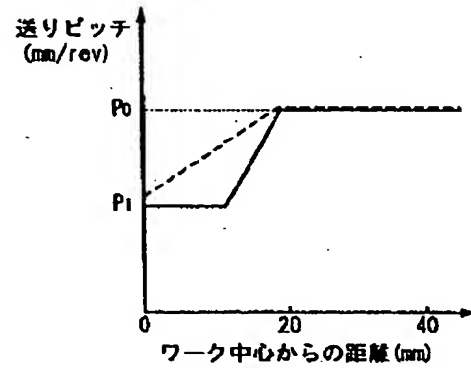
(14)

【図 7】

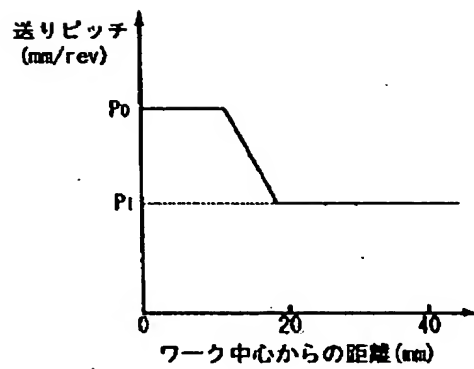
(1)



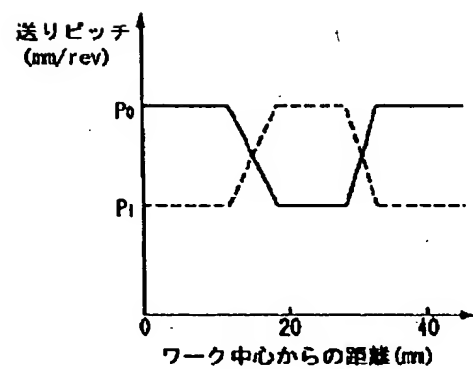
(2)



(3)



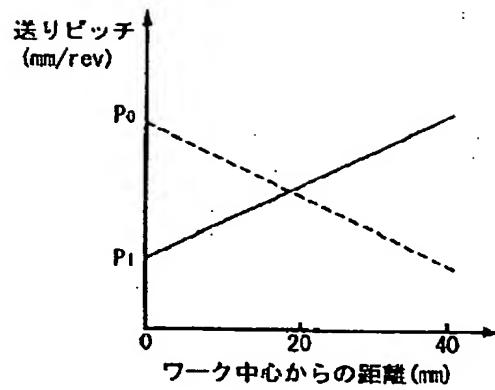
(4)



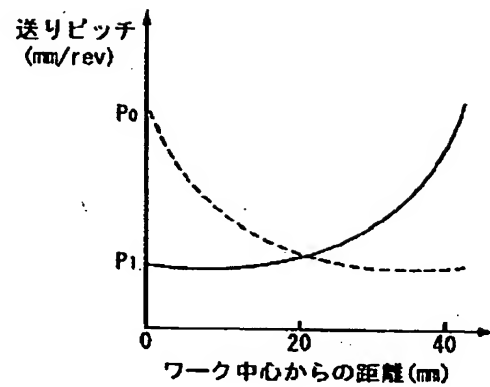
(15)

【図8】

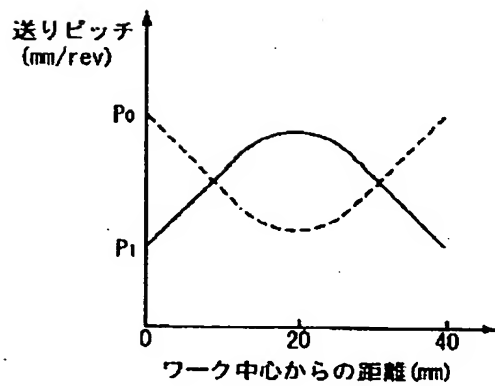
(5)



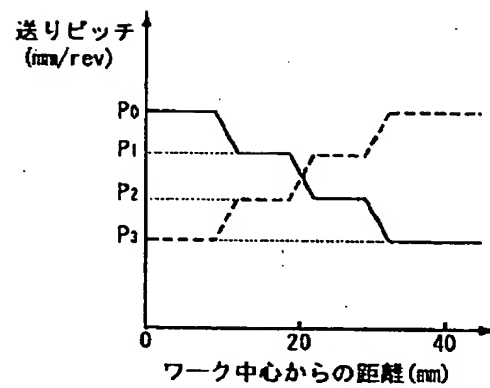
(6)



(7)



(8)



フロントページの続き

(72)発明者 内谷 隆博  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 3C049 AA02 BB06 BB09 CA01 CA03  
 CA06 CA07 CB03